

**Universidad
Autónoma
Metropolitana**



Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

**VEHÍCULO URBANO COLECTIVO
AVANZADO NACIONAL**

VUCAN

**José Juan Martínez Nates
Sergio Héctor Barreiro Torres**

Tesis para optar por el grado de Maestro en Diseño
Línea de Investigación: Nuevas Tecnologías

Miembros del Jurado:

Mtro. Luis Carlos Herrera Gutiérrez De Velasco
Director de la tesis

Mtro. Antonio Abad Sánchez
Dr. Ricardo Rafael Ambriz Rojas
Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro
Mtro. Luis Carlos Herrera Gutiérrez De Velasco
Dr. Ahmed Zekkour Zekkour

México D.F.
6 de junio de 2014

DEDICATORIA:

Dentro del desarrollo de éste proyecto dos de los participantes, José Juan Martínez Nates y Sergio Héctor Barreiro Torres, que a la vez también somos precisamente los sustentantes de éste trabajo de tesis, vivimos una de las experiencias más sensibles de nuestras vidas, ésta fue la pérdida de nuestras respectivas madres, que en ambos casos, como estamos seguros sucede con todas las maravillosas mujeres que desempeñan éste trascendental papel dentro del desarrollo de la familia mexicana, jugaron un papel preponderante en nuestra formación, por lo que ésta dedicatoria la dirigimos muy especialmente a ellas, sin olvidar a nuestras respectivas familias de las que ahora somos padres y que aunque vivimos en diferentes circunstancias, han sido y son también una fuente de aliento, de inspiración, de fortaleza y de esfuerzo para alcanzar ésta nueva meta.

No quisiéramos olvidar a ningún miembro del resto de nuestras respectivas familias y amistades que en muchos casos son comunes, por lo que omitimos sus nombres, sin embargo queremos dedicarles también este esfuerzo a ellos ya que también hemos recibido aportaciones de todo tipo, tanto a través de sus pláticas, de sus críticas así como de sus palabras de aliento.

AGRADECIMIENTOS:

Al Doctor Amhed Zekkour Zekkour por su amistad, por su apoyo, por su voluntad y disposición de compartir sus conocimientos y por su integridad.

Maestro Luis Carlos Herrera Gutiérrez de Velasco, por creer al igual que nosotros que es posible desarrollar proyectos de alta complejidad como el presente en el marco de las instituciones de educación superior y concretamente en la UAM - Azcapotzalco, además por su invaluable apoyo para alcanzar el desarrollo del proyecto en sí y además por su acertada dirección en el desarrollo en éste trabajo de tesis.

Ingeniero Francisco J. Mondragón Sarmiento por creer y apoyar el inicio del desarrollo de este importante proyecto desde la perspectiva del cliente.

Maestra Bertha Lozano Avilés, Maestra Nadia Ortiz Hernández y Maestra Analía Vieyra Rojas, por su confianza y por su apoyo a lo largo de toda la gestión del proyecto.

Maestra Luisa Martínez Leal por su apoyo desde su puesto en el Departamento de Evaluación tanto para el inicio como para el desarrollo de éste proyecto.

José Juan Martínez Nates

Sergio Héctor Barreiro Torres

ÍNDICE

Introducción.....	1
Antecedentes	3
Proyecto.....	7
Problema de diseño	9
Objetivos Generales.....	9
Objetivos Específicos	9
Justificación.....	11
Método adoptado.....	13
Estructura de la tesis.....	13
1. Problemática.....	15
1.1 Problemática del Transporte Colectivo de Pasajeros	15
1.1.1 Contaminación	15
1.1.2 Parque vehicular	18
1.1.3 Reparto Modal.....	19
1.1.4 Correlaciones Transporte Colectivo vs Vehículos Particulares y Taxis	20
1.1.5 Operación del Transporte Colectivo.....	22
1.1.6 Modalidades	22
1.1.6.1 Taxi colectivo con itinerario fijo	22
1.1.6.2 Servicio Público Concesionado de Transporte colectivo de pasajeros.....	24
1.1.6.3 Servicio Público de Transporte colectivo de pasajeros.....	26
1.1.7 Sistema de transporte colectivo de superficie	27
1.2 Problemática Específica.....	28
1.2.1 Comodidad y aceptación del servicio	28
1.2 Características Específicas de la Modalidad Sistema de Transporte Colectivo de Superficie	29
1.2.1 Morfología básica del autobús	30
1.2.2 Tipología de vehículos tipo autobús urbano, características generales.....	31
1.2.3 Cuadros comparativos por tipo de configuración y sistema motriz.....	33
Sistemas Híbrido Serie y paralelo	36
Paralelo	36
Serie	36
Combinado	37

Sistemas motrices existentes más destacables para piso bajo en autobús y/o trolebús	38
1.3 Conclusiones	40
2. Oportunidades Tecnológicas.....	41
2.1 Sistemas CAD	41
2.2 Motores asíncronos con inversores de frecuencia	42
2.2.1 Motores de síncronos de imanes permanentes	44
2.3 Ultracapacitores	45
2.4 Baterías Ion Litio	47
Consideraciones sobre Ultracapacitores y Baterías	48
2.5 Optimizar el uso de acero para la construcción del cuerpo del autobús mediante el uso de FEA y CAE	49
3. Proceso de diseño y plan de trabajo	50
Proceso de diseño.....	50
Duración total del proyecto y duración programada	51
Proceso de Diseño	53
3.1 Formación de grupo de trabajo	53
3.2 Reunión conjunta de equipo de trabajo	53
3.3 Detección de necesidades de personal y equipo	53
3.4 Análisis previo de las necesidades de información.....	53
3.5 Recopilación de Información	53
3.6 Análisis de información	54
3.7 Planteamiento de los requerimientos de Ingeniería y Diseño.....	54
3.8 Elaboración de requerimientos de Ingeniería y Diseño	54
3.9 Recopilación de información faltante necesaria para cumplir requerimientos	55
3.10 Elaboración de esquemas volumétricos	55
3.11 Elaboración de esquemas geométricos de funcionamiento	55
3.12 Planteamiento conceptual a nivel volumétrico y geométrico	55
3.13 Elaboración de propuestas conceptuales de Diseño.....	56
3.14 Elaboración de modelo teórico de componentes del tren motriz	56
3.15 Elaboración de propuestas de tren motriz.....	56
3.16 Definición de propuesta de concepto de diseño.....	56
3.17 Definición de propuesta de concepto de Ingeniería de tracción	56
3.18 Definición de propuestas de concepto de Ingeniería de tren motriz.....	57
3.19 Definición consensada de propuesta estructural constructiva	57

3.20 Desarrollo estructural	57
3.21 Desarrollo de interfaces y apariencia.....	57
3.21.1 Desarrollo de unidad a nivel cabina interior	57
3.21.2 Desarrollo de unidad a nivel exterior	57
3.22 Construcción de prototipo.....	57
3.23 Pruebas de prototipo	57
3.24 Planteamiento de modificaciones de diseño y constructivas con base en la construcción del prototipo y las pruebas	58
3.25 Realización de modificaciones a nivel de planos	58
3.26 Puesta a punto y validación de prototipo.....	58
3.27 Modificaciones de experiencia de prototipo	58
4. Análisis y Requerimientos.....	59
4.1 Decisiones iniciales del concepto de diseño (pasos del proceso 3.6 y 3.7)	59
4.2 Cálculos iniciales (pasos del proceso 3.6 y 3.7).....	60
Dimensionamiento del sistema de tracción.....	60
Cálculos para superar la inercia	61
Aclaraciones sobre la potencia y par de motores eléctricos.....	61
4.3 Requerimientos Generales (pasos del proceso 3.8).....	63
4.4 Requerimientos específicos (pasos del proceso 3.8)	64
4.4.1 Aspectos antropométricos y ergonómicos	64
Consideraciones	64
4.4.1.1 Tabla general de medidas de los usuarios	68
Tabla general de medidas de los usuarios	70
Punto H y PRA.....	79
4.4.1.2 Medidas antropométricas de dispositivos en los vehículos para autobuses urbanos	80
Área de operador.....	80
Asiento de operador	81
Visibilidad a través del parabrisas	82
Columna de dirección, asiento de operador y pedales	84
Área de pasajeros.....	86
Habitáculo.....	86
Asientos de pasajeros.....	87
Pasillos y espacios para viajar de pie	89

Ventanillas	91
Determinación del número de pasajeros que puede albergar una unidad	92
Puertas de servicio	95
Escaleras y estribo (altura suelo piso de entrada a la unidad)	96
Salidas de emergencia	97
Dispositivos para desplazarse o sujetarse	99
Botones de aviso de parada	100
Letrero de ruta.....	101
4.5 Requerimientos para el dimensionamiento de los vehículos y localización de sus componentes.....	102
4.5.1 Área del operador	103
4.5.2 Área de pasajeros.....	108
4.6 Normas y lineamientos.....	116
4.7 Aspectos de tren motriz (pasos del proceso 3.8)	119
4.8 Aspectos de maniobrabilidad (pasos del proceso 3.8)	125
5. Concepto de vehículo.....	128
5.1 Aspectos Morfológicos	128
5.1.1 Esquema volumétrico (pasos del proceso 3.10)	128
5.1.2 Esquemas geométricos (pasos del proceso 3.11)	131
5.1.3 Planteamiento a nivel volumétrico (pasos del proceso 3.12)	134
5.2 Planteamiento de Diseño.....	135
5.3 Modelo teórico de componentes del tren motriz (pasos del proceso 3.14)	144
5.3.1 Cálculos específicos generales	146
5.4 Propuesta de tren motriz (pasos del proceso 3.15)	152
5.5 Propuesta de diseño (pasos del proceso 3.16)	153
5.6 Propuesta de Ingeniería de tracción (pasos del proceso 3.17)	156
5.7 Propuestas de concepto de Ingeniería de tren motriz (pasos del proceso 3.18).....	160
5.8 Propuesta estructural constructiva (pasos del proceso 3.19).....	161
6. Desarrollo.....	165
6.1 Desarrollo estructural (pasos del proceso 3.20)	165
6.2 Desarrollo de interfaces y apariencia (pasos del proceso 3.21)	167
Superficie Clase A	167
6.3 Desarrollo de unidad a nivel cabina interior (pasos del proceso 3.21.1).....	169
6.4 Desarrollo de unidad a nivel exterior (pasos del proceso 3.21.2)	169

6.5 Construcción de prototipo (pasos del proceso 3.22).....	171
Experiencias.....	179
Gestión de proyecto	179
Equipo de Trabajo Interdisciplinario.....	184
Universidad vs vinculación	188
Industria vs Vinculación	191
Normatividad vs Productores.....	195
Reflexiones.....	197
Nivel académico y desarrollo tecnológico	197
Glosario de Términos.....	199
Bibliografía.....	204
Índice de Ilustraciones, Figuras y Graficas	208
ANEXOS.....	213
Relación de Participantes y sus aportaciones generales	213
Planos Híbrido y Trolebús	217
Currículos	222

Hoja en Blanco

Introducción

En las megalópolis de más de cuatro millones de habitantes de nuestro país, la necesidad de transportación humana se ha resuelto con eficacia (se puede transportar casi a toda población a donde desea ir) pero sin eficiencia ya que el transporte es lento, inseguro, caro, contaminante e incómodo, como lo demuestra el alto costo de externalidades¹ del transporte.

Los costos de externalidades del transporte consideran principalmente:

1. Los gastos generados por la afectación a la salud de los habitantes, producto de accidentes viales, enfermedades relacionadas con el estrés durante la transportación y por las emisiones contaminantes de modos de transporte.
2. Los gastos relacionados con muertes causadas por accidentes viales, enfermedades relacionadas con el estrés durante la transportación y por las emisiones contaminantes de modos de transporte, tanto gastos funerarios como impacto económico por la desaparición de un ciudadano.
3. Gastos estimados por el uso ineficiente de energéticos
4. El tiempo perdido por trasladarse a velocidades inferiores a los estándares internacionales urbanos, contabilizadas en horas hombre pérdidas.
5. La estimación de pérdidas de inversiones locales debido a tener estándares inferiores de movilidad dentro de la urbe (pérdida de competitividad de la urbe) que otras megalópolis y metrópolis a nivel mundial.

Se estima según estudio de la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad que estas pérdidas en 1998 equivalían al 1%² del PIB nacional, solamente para la Zona Metropolitana del Valle de México.

Parte del problema se deriva de las condiciones del transporte y las prácticas sociales imperantes, donde el automóvil, particular o en su modalidad de alquiler, representa para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) el 80.21% (76.2% particulares y 4% taxis)³ del parque vehicular, transportando tan sólo al 27% de la población, mientras que el transporte colectivo⁴ de pasajeros prestado con vagonetas, minibuses, midibuses¹ y autobuses representa el 2.5 % del parque vehicular, transportando al 60% de la población, el transporte masivo⁵ estructurado en sistema operando con trenes urbanos (Metro) y trenes ligeros y que no compite por espacio en la vialidad transporta el 13% restante de la población.

En todas las metrópolis y megalópolis existe el problema del uso indiscriminado de modos individuales de transportación, que mueven un menor número de población y que ocupan el mayor volumen de circulación, saturando los medios de transporte de superficie (vialidades) y aportando el mayor número de emisiones contaminantes, en contra partida los modos colectivos transportan a la mayoría de la población, ocupando el menor volumen de circulación, pero por ser ineficientes generan inseguridad, incomodidad y estrés para quien no tiene otra opción de transportación y desmotiva el abandono del automóvil como medio preponderante de transporte para aquellos que lo pueden costear, además en su mayoría son operados con anarquía, generando conflictos y obstrucciones viales en las urbes del país, con ello contribuyendo directa e indirectamente en el aumento de la contaminación.

La tesis elaborada pretende ayudar a resolver parte de la problemática mediante el diseño de un vehículo que impacte en la transportación colectiva de pasajeros y no masiva, dado que por sus características la

¹ Ver glosario de términos

² Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI). *Estudio de Transporte y Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México*, México: COMETRAVI, 1997-1998

³ Gobierno del Distrito Federal. *Inventario de Emisiones de la ZMVM 2010*, México: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMAGDF), 2010

⁴ Sistema que transporta de 7,000 a 35,000 pasajeros por hora sentido, según la Unión Internacional de Transporte Público (UITP)

⁵ Sistema que transporta de 800 a 7,000 pasajeros por hora sentido, según la Unión Internacional de Transporte Público (UITP)

transportación colectiva es la que transporta al mayor número de pasajeros en nuestras metrópolis y representa el mayor problema relacionado con la transportación de pasajeros.

La transportación masiva como ya se dijo corresponde en su mayoría a trenes urbanos ya sea operando subterráneamente o en la superficie, que cumplen la función de constituirse en una especie de sistema central el cual es alimentado por el transporte colectivo, lo que no necesariamente es cierto en nuestros días dada la dinámica del transporte, se ha propiciado que cada vez el transporte colectivo haga funciones de masivo sin estar del todo preparado, esto debido a que el transporte masivo carece de la flexibilidad para dar servicio en zonas que cambian su vocación urbana y con ello la necesidad de transportación en las metrópolis⁶, situación a la que se puede adaptar mejor el transporte colectivo como en efecto lo ha hecho.

⁶ INEGI. *Encuesta Origen Destino del año 2007*. México, 2007

Antecedentes

La investigación y el Desarrollo en la tracción eléctrica automotriz, iniciados desde 1992 en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, con apoyo de ABB Sistemas S.A. de C.V. y el Gobierno del Distrito Federal a través de su Secretaría del Medio Ambiente, resultaron en una serie de vehículos experimentales (fotos 1 y 2) que sirvieron de base para el prototipo de un Vehículo Eléctrico de Carga Ligera (foto 3), síntesis del trabajo conjunto de varias disciplinas dentro de las que se destacan Ingeniería Eléctrica y Diseño Industrial.

Los logros demostraron la viabilidad de la utilización de los vehículos eléctricos para su uso en la transportación urbana de carga y pasaje, como una alternativa rentable y ecológica. En una investigación realizada para el Banco Mundial⁷ por miembros del núcleo original del Grupo de Desarrolladores de Vehículos Eléctricos de la UAM-Azcapotzalco⁸, dio argumentos para considerar como una alternativa viable a los autobuses híbridos y los trolebuses, como una alternativa ecológica, flexible y operacionalmente más económica que los autobuses convencionales sólo a combustión interna.



Foto 1. Triciclo eléctrico



Foto 2. Biplaza eléctrico



Foto 3. Vehículo Eléctrico de Carga (VEC)

De 1996 a 1997, se desarrolló un proyecto a nivel concepto de un autobús híbrido eléctrico aprovechando un desarrollo de volantes de inercia patentado por la empresa Grupo Fuerza con la cual se colaboró, fue el primer acercamiento al desarrollo de un autobús de piso bajo.

Las investigaciones y experimentos desarrollados, así como la experiencia en producción de motores, supercapacitores y tecnologías eléctricas de alta eficiencia, y la experiencia en diseño permiten ofrecer una respuesta de calidad y alta competitividad a nivel mundial, además de ser propia.

⁷ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. *Estudio de costo beneficio de incorporación de autobuses híbrido eléctricos, para el Área Metropolitana de la Ciudad De México*. México: Banco Mundial, 2000

⁸ Dr. Ahmed Zekkuor Zekkour, Ing. Cecilio Gerardo Altamirano León y D.I. José Juan Martínez Nates

Proyecto de autobús híbrido con volantes de inercia desarrollado en 1997, entre la UAM-A y la empresa Grupo Fuerza.



Fig. 4. Proyecto de autobús de piso bajo, con sistema de almacenamiento de energía por baterías y volantes de inercia en colaboración de la UAM-A y el Grupo Fuerza (1996-1997)

Proyecto de Tracto Trolebús de Piso Bajo (TTB)

Una propuesta presentada en marzo de 2010, de un vehículo sustentable (en lo ecológico y económico) del tipo trolebús de piso bajo (piso a nivel de banqueteta), alimentado con corriente alterna a alta tensión bifásica (para conectarse sin necesidad de infraestructura de transformación) y/o continua (para aprovechar la infraestructura existente), con capacidad de autonomía de la red por al menos 4 kilómetros, de costo menor a un autobús articulado sencillo a diésel con piso normal y capacidad de transportación de pasajeros equiparable.

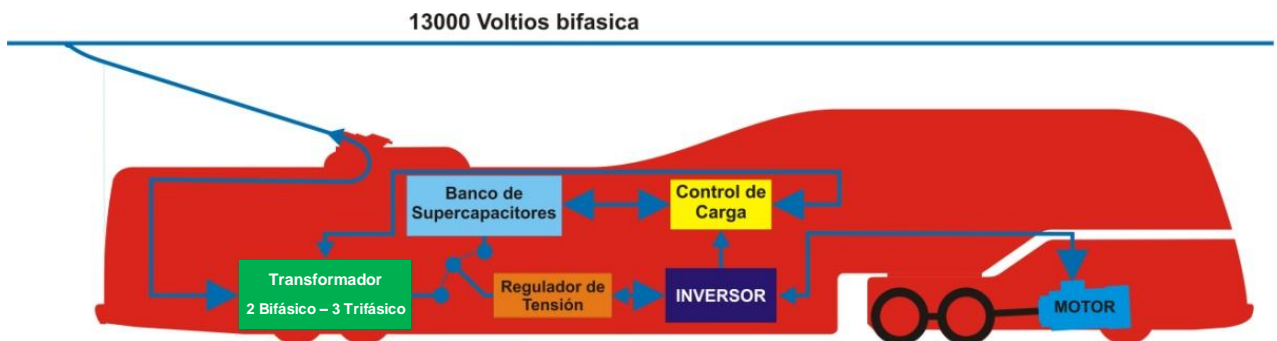


Fig. 5. Diagrama explicativo del sistema

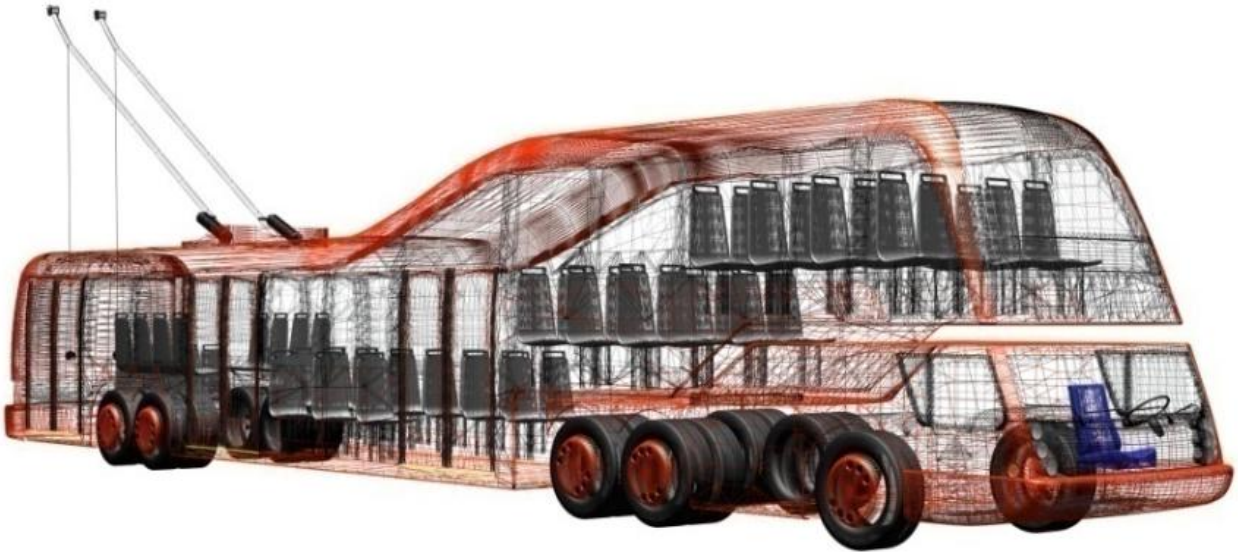


Fig. 6. Representación tridimensional en alambre mostrando la disposición de asientos y conductor



Fig. 7. Representaciones tridimensionales ambientadas del TTB

Proyecto

Para poder llevar a cabo este proyecto se gestionó la vinculación con la empresa DINA Camiones, S. A. de C.V., y se obtuvieron fondos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y de la Secretaría de Economía Federal (SE), mediante el Fondo de Innovación Tecnológica Secretaría de Economía – CONACyT, cooperando el grupo de desarrolladores de la UAM-A con la información y llenado para la solicitud al fondo, que fue aprobada.

Mediante un convenio de colaboración entre la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco y la empresa DINA Camiones, S. A. de C. V., se acordó el colaborar en desarrollar dos proyectos uno denominado Autobús Híbrido 100% Mexicano y otro un Trolebús sencillo de 12 metros, resultado de este, se desarrolló por parte de un equipo interdisciplinario coordinado por el D.I. José Juan Martínez Nates con la colaboración del D. I. Sergio Héctor Barreiro Torres, un cuerpo de vehículo tipo autobús que fuera un módulo básico que permitiera usar la tracción eléctrica con todas sus ventajas con cualesquiera fuente de energía dentro o fuera de la unidad para su funcionamiento y su uso adecuado para la transportación urbana de pasajeros de forma eficiente, ágil y cómoda para sus usuarios, integrado en un sistema de transportación, que obtuvo el premio al Mejor Proyecto de Innovación en el marco de la Semana Nacional PYME 2012, entregado por la SE y el CONACyT.

El alcance de los proyectos planteados originalmente por el Grupo de Desarrolladores de Vehículos Eléctricos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (GDVEUAM) pretendió no sólo hacer una conversión de baja tecnología que pudiera hacerse en casi cualquier despacho de ingeniería especializado en transporte sin mucho problema, sino un vehículo que representara un reto tecnológico y justificara la intervención de un grupo interdisciplinario como el nuestro, la intención del grupo fue la de realizar un trabajo de alta tecnología que aportara lo más posible en:

- Diseño Industrial
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Electrónica

Para tal efecto el grupo de desarrollo de vehículos eléctricos que hizo posible el desarrollo se conformó con los siguientes integrantes:

Diseño Industrial:

D.I. José Juan Martínez Nates, UAM-A (Coordinador del Proyecto)
D.I. Sergio Héctor Barreiro Torres, UAM-A (Responsable institucional del convenio)
D.I. Jorge Antonio Méndez Laguna, UAM-A
D.I. José Alejandro Preciado García, UAM-A
D.I. José Maya Remedios, UAM-A
Mtro. Alfonso Brihuega Brianza, UAM-A

Ingeniería Eléctrica

Dr. Ahmed Zekkour Zekkour, UAM-A
Ing. Gerardo Cecilio Altamirano León, UAM-A (Egresado) (Encargado de Ingeniería eléctrica)
Ing. Oscar Bravo Hernández, UAM-A (Egresado)
Ing. Juan Diego Frías Herrera, IPN (Egresado)
Ing. Juan Camarillo Chino, UAM-A
Ing. Abraham Josué Muciño Vázquez, UAM-A
Ing. Andrés Miguel Mateo, UAM-A

Dr. Carlos Rivera Salamanca (Responsable institucional del convenio, sin aportes al proyecto)

Ing. Mecánica

Dr. Ricardo Rafael Ambriz Rojas, IPN (Centro de Investigación e Innovación Tecnológica Azcapotzalco)

Dr. Martín Rodríguez Cruz, UAM-A

Ing. Gerardo Bautista Sánchez, IPN

Ing. Kristian Giovanni Carreón Viveros, IPN

Ing. Manuel Alejandro González García, IPN

Ingeniería Electrónica

Ing. Marcos Hernández Alba, UAM-A

Ing. David Bobadilla Uribe, UAM-A

Trabajo interdisciplinario

Si bien este tema será tratado con mayor amplitud en el capítulo de experiencias, es necesario dejar patente desde el principio que el desarrollo de estos proyectos fue gracias a la integración de un equipo interdisciplinario, el cual estuvo debidamente coordinado y liderado, para poder tener éxito se requirió que el equipo se conociera y en la práctica se adquiriera debido a la interacción de los integrantes respeto mutuo, basado en el dominio de su disciplina y a una actitud de tolerancia hacia las otras, permitiendo con esto el libre intercambio de ideas y el reparto adecuado de tareas, a todo ello contribuyo que la capacidad de comprensión del líder sobre los trabajos, necesidades y conocimientos necesarios para el desarrollo, lo hacía interaccionar con el equipo de manera que marcaba la dirección a seguir, el liderazgo como el respeto no se puede imponer, debe ser ganado, en esto el líder debe de contribuir siendo congruente, disciplinado y teniendo muy claro las metas y los objetivos, motivando siempre la colaboración de los miembros, convenciendo nunca imponiendo ideas y tareas al equipo. El entusiasmo del grupo que realmente trabajó en el desarrollo fue fundamental, se logró el establecer la confianza entre los integrantes del grupo de trabajo propiciando la armonía, aquellos que no trabajaron o no entendían esta forma de trabajo sólo provocaron problemas, y acabaron auto relegados, es por ello que este proyecto representó un ejemplo palpable de la importancia del conocimiento e interacción práctica de las distintas disciplinas trabajando en equipo para el lograr desarrollo tecnológico y humano en el país.

Problema de diseño

El proyecto plantea el desarrollo de un vehículo que elimine o minimice los inconvenientes de los sistemas con andén elevado, que se explican en la justificación, diseñado para el transporte de pasajeros y competitivo respecto a los ya existentes.

Se propone hacer un diseño de adentro hacia afuera tomando a los usuarios como eje fundamental, la accesibilidad de estos al vehículo y la reducción de los tiempos de parada por las operaciones de entrada y salida al vehículo y las limitaciones normalizadas en cuanto tamaño exterior para que pueda circular por las vialidades.

Para tal efecto es necesario reducir la altura del piso del vehículo al suelo de la calzada de circulación a una altura que permita con un mínimo de infraestructura igualar los niveles de la estación y el piso del autobús, lo que trae consigo la problemática de la altura mínima que deberá tener la parte inferior de estructura del piso a la calzada para permitir su circulación sin obstáculos y el ancho de la estructura del piso para que sea resistente.

Otro problema resulta de la ubicación de componentes del tren motriz de forma tal que permitan un piso bajo a todo lo largo del habitáculo del vehículo sin necesidad de hacer uso en pasillos de plataformas o desniveles que incomodaran o provocaran accidentes a los usuarios. Para tal efecto, es necesario dimensionar junto con los ingenieros eléctricos y mecánicos los componentes de forma tal que haya un equilibrio entre las necesidades de tracción, suspensión, dirección, maniobrabilidad, ancho exterior de autobús y espacios para pasillos del habitáculo así como el aprovechamiento de zonas y espacios para pasajeros y asientos.

Objetivos Generales

Desarrollar un vehículo tipo autobús para el transporte colectivo, diseñado para la transportación de personas, de capacidad alta y media (60 a 100 pasajeros por vehículo), que pueda sustituir a los microbuses y autobuses diésel, operando en un sistema tipo Autobús de Tránsito Rápido (Bus Rapid Transit en inglés, BRT) con estación a nivel de banqueta, incorporando un sistema motriz eléctrico, al que se pueda alimentar con variados sistemas de energía, que disminuya la contaminación de gases y ruido en las grandes ciudades de la República Mexicana, de mayor eficiencia que los actuales, que sea económicamente viable y escalable en tecnología, colocando a México en la vanguardia tecnológica en el diseño, desarrollo y construcción de vehículos de transporte público de tracción-eléctrica, competitivo a nivel internacional.

Objetivos Específicos

1. Mediante las solicitudes de Diseño Industrial mejorar la tecnología para obtener un vehículo altamente competitivo de configuración y calidad mundial
2. Diseñar el conjunto carrocería y plataforma base, integrado en un cuerpo o estructura monocasco para la construcción de vehículos tipo autobús de piso bajo, con un nuevo sistema de tracción eléctrico
3. Desarrollar un sistema de tracción eléctrico de calidad y seguro para su implementación en vehículos tipo autobús de transporte público.
4. Partiendo de este desarrollo utilizar esta ingeniería en la aplicación específica de vehículos tipo trolebús

5. Preparar el diseño e ingeniería para el desarrollo posterior de autobuses articulados de piso bajo con la misma tecnología de tracción desarrollada
6. Implementar un sistema de diferencial eléctrico, para aplicar motores independientes por cada rueda de tracción, innovando con ello el concepto de Diseño, permitiendo jugar con configuraciones vehiculares que den mayor comodidad y mejoren la operación del sistema de transporte y del vehículo
7. Diseñar el concepto estructural, según los requerimientos del sistema híbrido-eléctrico, los usuarios del transporte y de las ciudades, utilizando sistemas CAD-CAM-CAE, como herramientas para su desarrollo
8. Construir los prototipos de un vehículo tipo autobús híbrido diésel eléctrico y otro trolebús con autonomía

Justificación

Los actuales modos de transporte colectivo urbano en el país además de operar sin un sistema que los articule y administre de una forma eficiente, carecen de vehículos aptos para la transportación de pasajeros (La mayoría de los vehículos que operan en nuestras urbes derivan de adaptaciones de vehículos de carga), lo cual los hace no aptos para servicios que requieren un flujo de pasajeros ágil en paradas o estaciones.

Durante los dos últimos sexenios, en un esfuerzo para mejorar la transportación colectiva, se puso de moda el incorporar servicios del tipo BRT como el Metrobús de la Ciudad de México, que estructurado en un sistema permite tener un flujo de pasajeros en estaciones similares a la de los transportes masivos sin sus grandes costos, operando con autobuses en carriles exclusivos. La tecnología de los autobuses para reducir costos es la de un vehículo con chasis evolucionado de carga, con puertas amplias, en donde la altura mínima de suelo a piso de la unidad es mayor a un metro, por lo que para evitar el uso de escaleras en la unidad se sube el nivel del suelo de la estación al mismo que el del piso del vehículo y con ello se reducen tiempos de ascenso y descenso.

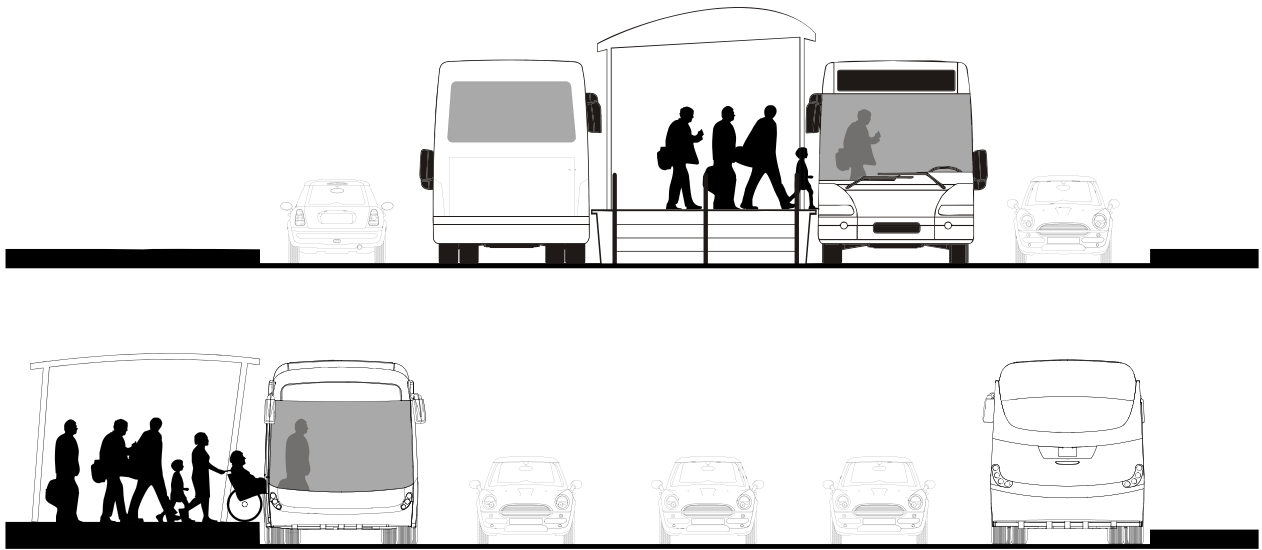


Imagen comparativa de un BRT de andén elevado (arriba) y un BRT de piso bajo (abajo), en cuanto accesibilidad de usuarios y afectación a la capacidad vial (Imagen propia).

El sistema funciona pero tiene los siguientes inconvenientes (ver imagen arriba):

- Los vehículos con los que operan contaminan en el lugar donde operan
- Dadas las adaptaciones el vehículo aumenta su peso lo que requiere un refuerzo sobre la calzada donde circula
- Al ser diseñados con accesos expresos para andén elevado, sólo pueden operar en infraestructura de estaciones adecuadas para ello
- La zona de las estaciones requiere de por lo menos tres veces el ancho de un carril normal de circulación, reduciendo considerablemente la capacidad vial o en algunos casos anulándola para otros vehículos.
- Dado el binomio unidad infraestructura, el servicio carece de flexibilidad para el cambio de ruta y/o derrotero, y en caso de desastres que inhabiliten la vialidad o infraestructura su operación resulta nulificada
- El largo de las pendientes para acceder al andén si existen ocupan un espacio considerable, si no existe en la estación ésta es no apta para personas con movilidad restringida.

El proyecto plantea el desarrollo pre comercial de un vehículo que carezca o minimice los inconvenientes antes planteados, que se diseñe ex profeso para el transporte de pasajeros y que resulte competitivo en relación con los ya existentes.

La Ciudad de México requiere de una alternativa de modo de transporte viable a mediano plazo, que resulte eficiente para la transportación masiva de personas y ambientalmente adecuado para la metrópoli, que emita en el lugar donde opere casi cero gases contaminantes y niveles de ruido bajos.

Dado que las nuevas tecnologías y configuraciones vehiculares existentes resultan inadecuadas, por ser poco fiables en su operación y/o altamente costosas en su adquisición y operación, limitan su número y por tanto comprometen la satisfacción de la demanda, por lo que al estar comprometida se opta por soluciones más económicas, inadecuadas en lo referente a la comodidad y seguridad de los usuarios y al ambiente, pero que desde el punto de vista de la demanda son eficaces, generándose un círculo vicioso que impide mejorar el servicio para los usuarios que, ante la ineficiencia del transporte colectivo, motiva la cultura del auto particular para el que puede costearse y lo justifica ante la percepción equivocada (cualitativamente) de que el transporte masivo es altamente contaminante y la real sobre su incomodidad. Por ésta razón se propicia que sume más parque vehicular contaminante que genera mayor contaminación y niveles de movilidad urbana restringida.

Por lo tanto se requiere de unidades no contaminantes, aptas para la transportación cómoda y masiva de pasajeros, que permitan la transportación para todo tipo de usuario aún para personas con capacidad motora disminuida, a un costo más bajo que los ofertados por la competencia global.

Por otro lado es necesario un sistema de transporte flexible en su operación y con un mínimo de inversión en infraestructura, que se adecúe a la dinámica cambiante de la demanda de los viajes dentro de la ciudad y que permita operar aun cuando existan condiciones adversas en los medios de transporte, como lo son los incidentes en estos y los desastres causados por el hombre y/o naturales.

Método adoptado

El propósito de esta tesis es describir contextos y eventos, detallar como fueron, lo cual se adapta a los estudios cuantitativos del tipo descriptivo en donde “la meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Danhke, 1989). Es decir, miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga.”⁹

Los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.

La metodología adoptada es descriptiva y no plantea hipótesis, como sostiene Hernández Sampieri (2006) “Sí se puede plantear una investigación sin hipótesis previas; no todas las investigaciones cuantitativas plantean hipótesis”(p. 122) , Depende de un factor esencial: el alcance inicial del estudio, que en este caso es descriptivo y solo requeriría de hipótesis si pretendiera pronosticar un hecho o un dato.¹⁰

Estructura de la tesis

La presente tesis está organizada en 6 capítulos y dos apartados, que son:

- Antecedentes
- 1. Problemática
- 2. Oportunidades Tecnológicas
- 3. Método, Proceso de diseño y plan de trabajo
- 4. Análisis y Requerimientos
- 5. Concepto
- 6. Desarrollo
- Experiencias
- Reflexiones

Antecedentes: En este se describe como su nombre lo indica los estudios y proyectos realizados por el GVEUAM en materia de vehículos de tracción eléctrica, que aporta una visión sobre sus conocimientos, potencialidades y experiencia en la materia.

1. Problemática: En este se aborda lo referente a los problemas de contaminación y baja eficiencia del transporte, la aportación del transporte colectivo en específico, tomando en cuenta su organización, condiciones de operación, infraestructura y vehículos con los que opera, las condiciones tecnológicas de estos últimos, el estado del arte y las condiciones mínimas para el servicio de transportación colectiva de pasajeros, lo que aporta el contexto del trabajo realizado y justificación a los proyectos, definiendo los objetivos.
2. Oportunidades Tecnológicas: Denominado así dada la importancia de las nuevas tecnologías, que adecuadamente seleccionadas, conocidas e implementadas, permiten hoy día el desarrollo en tiempo y forma para la implementación viable de un vehículo para la transportación colectiva de

⁹ Hernández Sampieri, Roberto; Fernández-Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. *Metodología de la Investigación*, México, McGraw-Hill, (2006, p. 102)

¹⁰ IDEM (p. 122)

pasajeros, con las posibilidades de mejores estándares de servicio al público usuario de este tipo de transporte y de una mayor eficiencia del sistema de transporte colectivo en todos sus aspectos.

3. Proceso de diseño y plan de trabajo: El capítulo se refiere a la metodología y el proceso que se ideó e implementó para el desarrollo del proyecto, describiendo de forma general los pasos seguidos para su realización.
4. Análisis y Requerimientos: Como su nombre lo indica en este capítulo se hizo una síntesis y análisis de la información recabada, de los conocimientos y experiencia adquiridos, para concluir con los requerimientos tecnológicos, de ingeniería y de diseño, que definieron las características generales de diseño.
5. Concepto: De acuerdo con lo aportado por los anteriores capítulos en éste se definió el concepto de vehículo de transportación colectiva de pasajeros y se hicieron las propuestas y alternativas de ingeniería y diseño industrial.
6. Desarrollo: En este capítulo se describen los aspectos que llevaron al desarrollo de los vehículos hasta la construcción de los prototipos.

Experiencias: Describe lo acontecido y las lecciones aprendidas durante todo el proceso de gestión del proyecto y la interacción entre el Equipo, la Universidad y la Industria.

Reflexiones: Apartado donde se dan apreciaciones personales de los autores de la tesis, sobre aspectos institucionales en cuanto a nivel académico, resultado de las experiencias, dando sus sugerencias para mejorar la convivencia institucional y nivel académico.

Consideraciones

La presente tesis trata el proyecto de manera general, ya que abundar en cada uno de los temas podría revelar aspectos de confidencialidad contemplados en el Convenio de Colaboración entre la UAM y DINA, y podría extender en varios tomos lo aportado, aprendido e innovado. Sería más adecuado para una tesis de otro nivel de grado, ya que cada tema tiene peculiaridades a las que nos reservaremos con el tiempo aportarlas a detalle para que sirvan de difusión tecnológica, la cual ya aportamos como parte de la labor docente.

1. Problemática

1.1 Problemática del Transporte Colectivo de Pasajeros

El problema a resolver se enfocará a la metrópoli más importante y crítica de México, representada por la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), que comprende una mega urbe con un Distrito Federal con sus 16 delegaciones (a modo de municipios), 58 municipios conurbados del Estado de México y uno del Estado de Hidalgo, con una población total de 20.1¹¹ millones de habitantes, con una extensión de 4,715.3 Km², en donde se realizan casi 22¹² millones de viajes persona día.

1.1.1 Contaminación

Para hablar de contaminación debemos considerar los consumos, la gráfica siguiente (Fig. 1.1) muestra en resumen por sector el consumo de energía en Petajoules (10^{15} joule, equivalente a 278 millones de Watt Hora) a nivel de la ZMVM¹³ durante el año 2010.

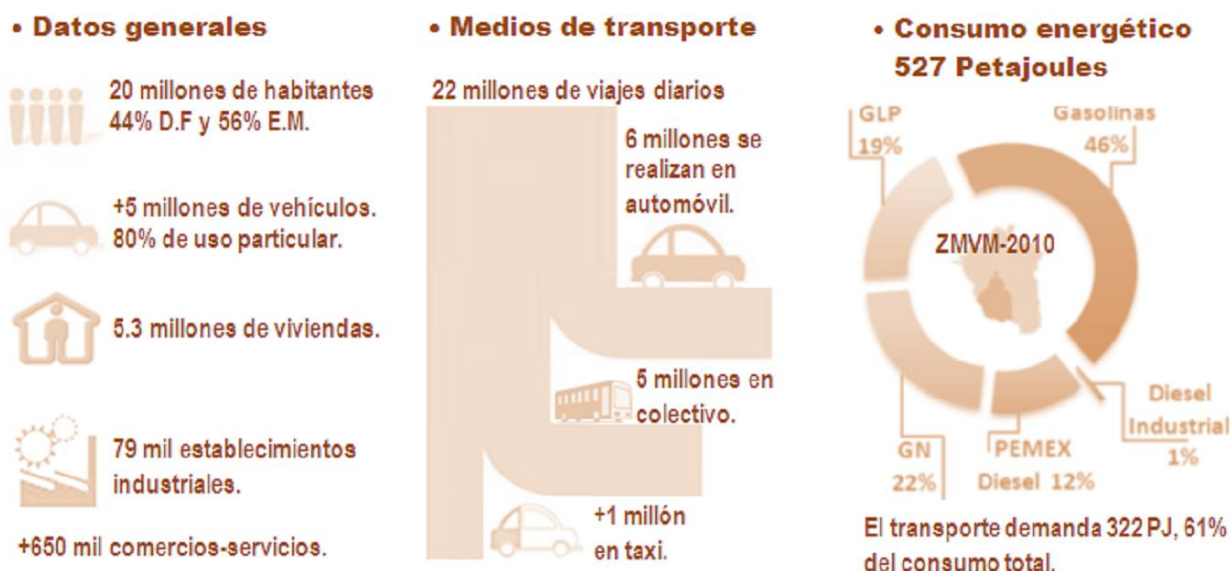


Fig. 1.1. El consumo energético es un equivalente al consumo de combustibles fósiles considerados (GLP, GN, Diesel y Gasolina) unificados en unidades energéticas para poder ser manejadas en común (no incluye el transporte masivo) (Fuente e imagen del Inventario de Emisiones de la ZMVM 2010, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMAGDF)).

¹¹ INEGI. Censo 2010. México 2010

¹² INEGI. Encuesta Origen Destino del año 2007. México, 2007

¹³ Gobierno del Distrito Federa. *Inventario de Emisiones de la ZMVM 2010*, México: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMAGDF), 2010

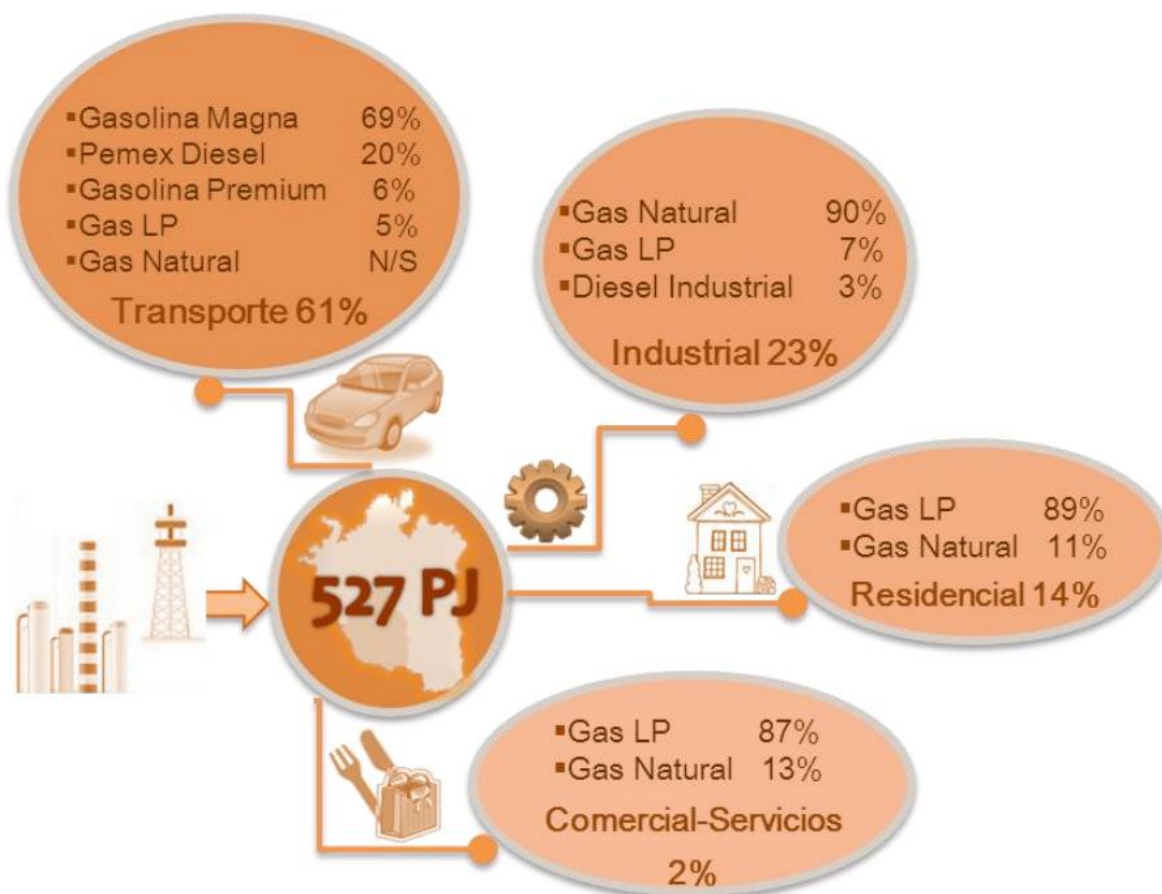


Fig. 1.2. Distribución del gasto energético (Fuente e imagen del Inventario de Emisiones de la ZMVM 2010, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMAGDF))

De esta se destaca que el transporte consume el 61% de los combustibles (Fig. 1.2), que al oxidarse generan para la ZMVM cerca de 23 toneladas al año de CO₂ y los contaminantes que se indican en la siguiente tabla 1.1¹⁴.

TONELADAS METRICAS POR AÑO								
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOx	COT	COV	NH ₃
TRANSPORTE	3,720	2,769	411	1,587,662	169,005	200,010	188,414	4,448
Autos particulares	551	253	152	429,474	44,045	57,988	55,752	2,189
Camionetas particulares SUV	155	77	49	152,670	14,092	17,256	16,506	568
Taxis	200	92	49	225,744	27,318	17,706	17,024	827
Vagonetas y combis	52	28	19	91,498	6,735	8,092	7,351	171
Microbuses	80	57	34	126,929	8,776	13,958	12,287	140
Pick up y vehículos de carga hasta 3.8 ton	127	72	45	190,323	11,406	20,966	19,419	370
Tracto camiones	1,375	1,215	4	22,818	14,189	4,005	3,833	15
Autobuses	374	329	11	46,493	25,311	7,195	6,816	32
Vehículos de carga mayores a 3.8 ton	677	572	40	154,421	13,174	13,749	12,578	100
Motocicletas	120	67	8	147,189	3,635	39,039	36,794	36
PM10 Partículas menores a 10 micrones, afecciones respiratorias crónicas, cancerígenos								
PM2.5 Partículas menores a 2.5 micrones, afecciones respiratorias crónicas, cancerígenos								
SO ₂ Dióxido de azufre, lluvia acida, afecciones respiratorias, ataca a las mucosas								
CO Monóxido de carbono, envenenamiento de la sangre								
NOx Óxidos de nitrógeno, foto contaminación, lluvia acida, precursores de ozono, afecciones respiratorias								
COT Compuestos orgánicos, cancerígenos								
COV Compuestos orgánicos volátiles, afecciones pulmonares y de mucosas y cancerígenos								
NH ₃ Amoniaco, daños a la salud, mucosas y vías respiratorias								

El transporte público aporta en el total sin contar con las vagonetas y combis el siguiente porcentaje:

TRANSPORTE PUBLICO SIN VAGONETAS Y COMBIS TONELADAS ANUALES								
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOx	COT	COV	NH ₃
	13.6%	15.0%	15.6%	16.7%	24.2%	14.6%	14.0%	7.7%
Transporte Público	506	414	64	264,920	40,822	29,245	26,454	343

Tabla 1.1. Contaminantes por año en la ZMVM

¹⁴ Gobierno del Distrito Federal. Inventario de Emisiones de la ZMVM 2010, México: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMAGDF), 2010

Haciendo un estimado conservador incluyendo vagonetas y combis:

TRANSPORTE PUBLICO CON ESTIMADO DE VAGONETAS Y COMBIS TONELADAS ANUALES								
	PM10	PM2.5	SO₂	CO	NO_x	COT	COV	NH₃
	14.3%	15.5%	17.9%	19.6%	26.2%	16.6%	16.0%	9.6%
Transporte Público	532	428	74	310,669	44,190	33,291	30,130	429

No se disponen de datos disgregados por parte de las fuentes consultadas sobre cuantas vagonetas y combis pertenecen al transporte de carga, cuantas al transporte de personal, cuantas son particulares y cuantas prestan el servicio público de transportación colectiva de pasajeros, con base en datos de la Dirección General de Transporte del GDF y de la Dirección de Transporte de Gobierno del Estado de México para los municipios conurbados se hizo una estimación de parque vehicular que presta el servicio de transportación colectiva de pasajeros.

Para el caso de las emisiones de bióxido de carbono (CO₂) la aportación del transporte colectivo de pasajeros se estima en 3.62 millones de toneladas aproximadamente un 15.7 % de las emisiones totales de todas las fuentes móviles.

1.1.2 Parque vehicular

La tabla 1.2, muestra el parque vehicular de la ZMVM, con datos del inventario de emisiones 2010

Tipo de vehículo	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	%
Autos particulares	1,832,278	1,234,135	3,066,413	61.00%
Camionetas particulares SUV	441,027	323,985	765,012	15.20%
Taxis	131,729	69,040	200,769	4.00%
Combis	5,820	39,981	45,801	0.90%
Microbuses	19,510	12,115	31,625	0.60%
Pick Up y vehículos de carga ligeros ≤ 3.8 t	124,014	301,283	425,297	8.50%
Tractocamiones	50,920	18,862	69,782	1.40%
Autobuses	32,970	14,039	47,009	0.90%
Vehículos de carga pesados > 3.8 t	57,625	105,366	162,991	3.20%
Motocicletas	161,087	48,599	209,686	4.20%
Metrobús	233	N/A	233	N/S
Total	2,857,213	2,167,405	5,024,618	100%

De ella extraemos los datos sobre el transporte de pasajeros estos son:

Autos particulares incluyendo taxis	4,032,194	80.2%
Vehículos de transporte colectivo	124,435	2.5%
Metrobús (BRT)	233	N/S

Tabla 1.2. Parque vehicular por tipo y sus emisiones contaminantes en la ZMVM

1.1.3 Reparto Modal

El reparto modal se refiere a la cantidad de pasajeros que se transporta por tipo de vehículo y/o servicio, siendo para la ZMVM :

TOTAL DE VIAJES PERSONA DÍA ZMVM 22,000,000

DISTRIBUCIÓN MODAL	
TREN LIGERO	0.26%
TROLEBUS	0.84%
RTP	9.80%
METRO	14.0%
METROBÚS	0.80%
COLECTIVOS	46.4%
TAXIS	6.2%
PARTICULAR	20.7%
BICICLETAS	1.0%
	100.00%
TRANSPORTE COLECTIVO TOTAL	
	57.84%
automóviles	26.9%
Transporte masivo	14.3%

Datos del Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012

1.1.4 Correlaciones Transporte Colectivo vs Vehículos Particulares y Taxis

De los datos anteriores correlacionándolos se deduce que el transporte colectivo tiene una participación en el parque vehicular mínima 2.5% contra 80.2% de vehículos particulares y taxis, su contribución a la contaminación es en promedio del 17% contra el 38 % (contando todos los contaminantes excepto el CO₂) y si se toma la contaminación por diésel en cuanto a partículas es similar a la de los vehículos particulares y taxis, transporta el doble de pasajeros y circula por lo menos 16 horas, es obvio que en las cifras es un mejor modo que los vehículos particulares y taxis.

Pero es en extremo ineficiente porque aun con todo lo anterior su consumo energético y el aporte de contaminantes debería ser menor (Fig. 1.3 y 1.4).

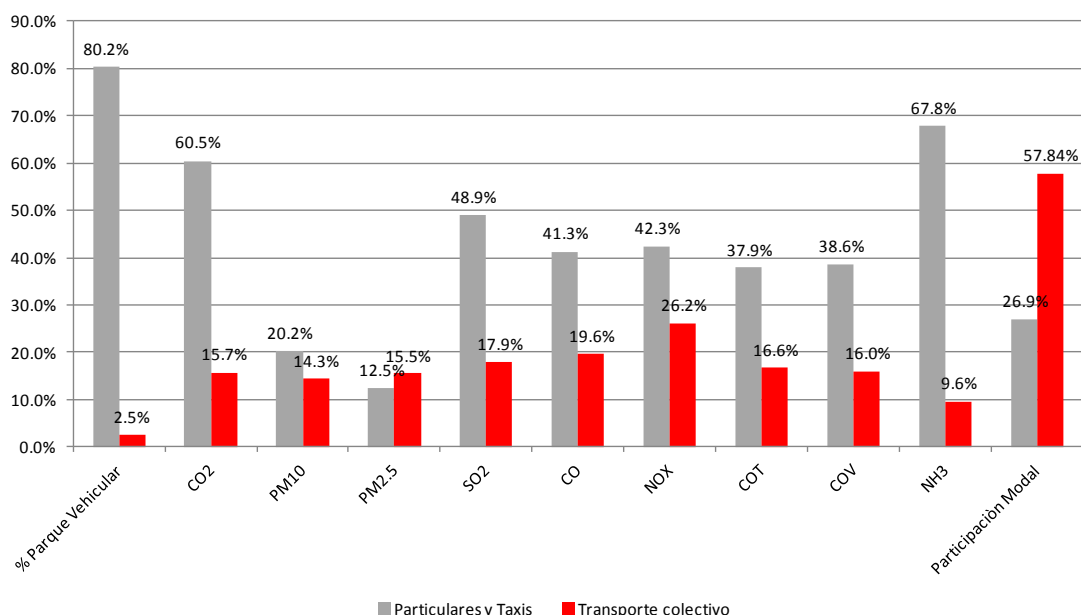


Fig. 1.3. Comparativa actual de Autos Particulares y Taxis vs Transporte colectivo en cuanto a contaminación y pasajeros transportados (Imagen propia)

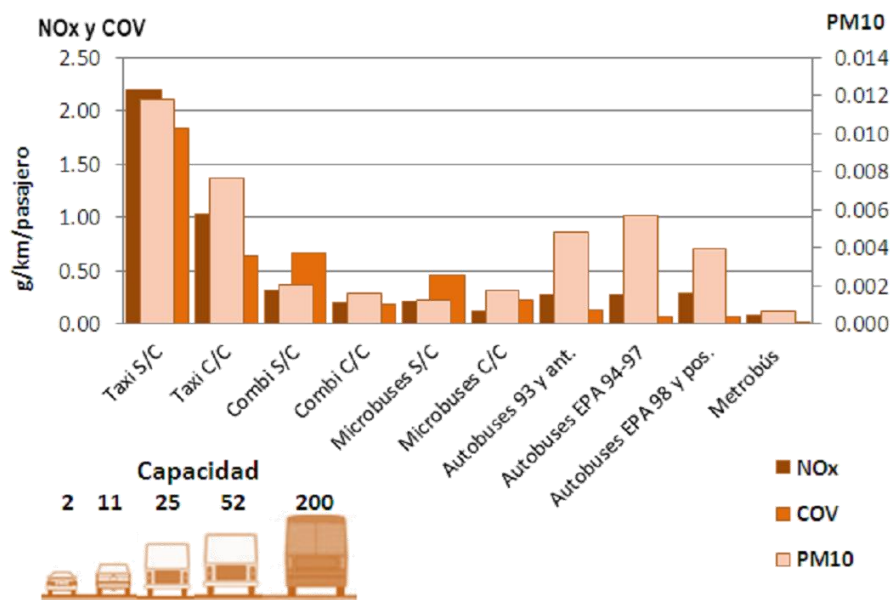


Fig. 1.4. Participación de contaminación por tipo de vehículo y pasajeros transportados (fuente SMAGDF)

En estimaciones teóricas, con base en el método desarrollada para el “Estudio de costo beneficio de incorporación de autobuses híbrido eléctricos, para el Área Metropolitana de la Ciudad De México¹⁵”, el aporte de contaminantes debería ser para el transporte colectivo si operara con eficiencia y vehículos ecológicos el siguiente:

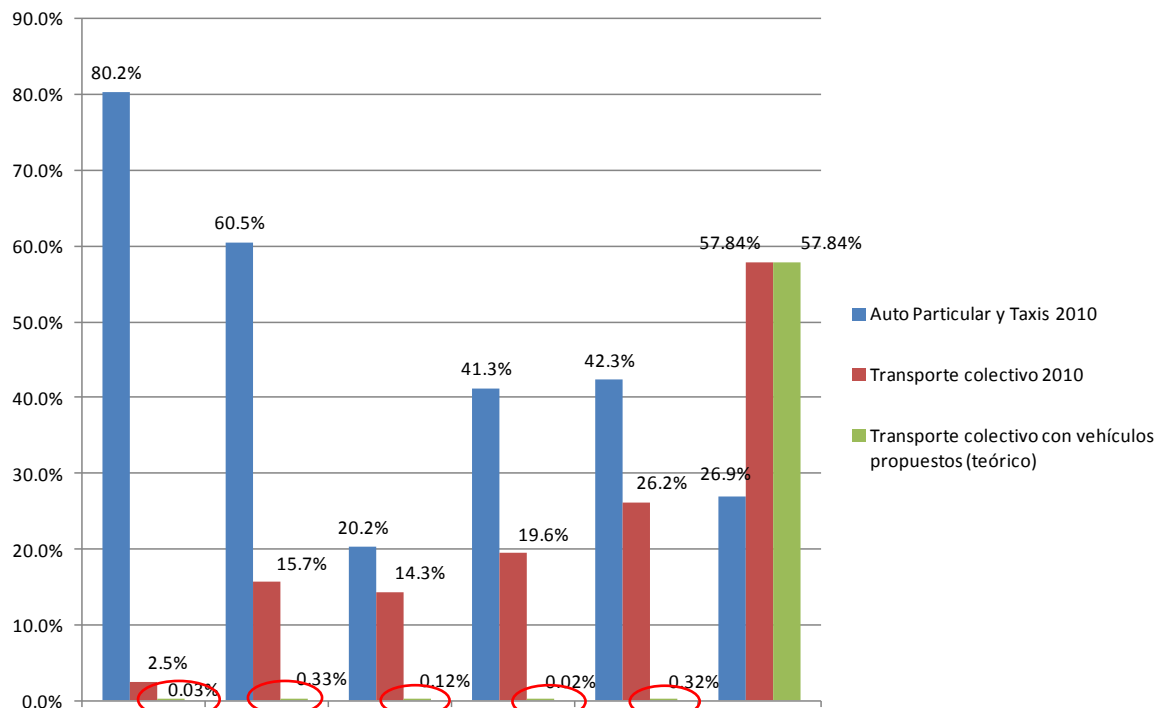


Fig. 1.5. Datos estimados con base en un motor diésel de 290 Hp, en una flotilla de autobuses tipo, para satisfacer la demanda en horas pico en un sistema de tipo BRT (Imagen propia).

Como se aprecia en la gráfica anterior (Fig. 1.5) si se adoptara un mejor servicio con vehículos con tecnología limpia y más eficientes en la operación la reducción directa de contaminantes sería de por lo menos del 15%, además de mejorar el servicio, lo que redundaría en reducción del uso del vehículo particular lo que disminuiría aún más la contaminación y también los costos de externalidades del transporte.

¹⁵ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Estudio de costo beneficio de incorporación de autobuses híbrido eléctricos, para el Área Metropolitana de la Ciudad De México. México: Banco Mundial, 2000

1.1.5 Operación del Transporte Colectivo

Para hablar de transporte se hace referencia para su entendimiento y de acuerdo con la forma en la que se organiza el transporte en los medios de superficie a lo que se denomina como modalidades, esto es la forma en que estructuran el servicio y el régimen legal mediante el cual lo prestan y bajo qué tipo de persona desde el punto de vista legal es posible su operación y con qué tipo de vehículos operan.

1.1.6 Modalidades

1.1.6.1 Taxi colectivo con itinerario fijo

Comúnmente conocido como colectivos o peseras (micros), este tipo de servicio sólo es posible ser prestado por personas físicas, no debiendo tener más de una concesión por persona vehículo, constituyen lo que en el argot del transporte se le denomina hombre camión, su operación está basada en una organización gremial llamada ruta¹⁶, la cual agrupa a los concesionarios para prestar el servicio, la operación no es en conjunto, cada integrante de la ruta presta el servicio sin colaboración o coordinación con los demás, sólo sirve la organización para la defensa y representatividad a nivel del trayecto o trayectos otorgados mediante concesión y quien los representa es un líder elegido por los agremiados.

El servicio es prestado con unidades que van desde vagonetas a autobuses ligeros (Fig. 1.6).

Este tipo de modalidad transporta al mayor número de pasajeros, pero debido al individualismo con el que opera sumado muchas veces a que los vehículos son alquilados a terceros para que los operen mediante una cuota fija diaria, da lugar a un alto grado de competencia entre los agremiados y/o choferes y los otros servicios que coinciden con la ruta, que se refleja en carreras por el pasaje, maniobras de desplazamiento agresivo en zonas de paradas para ganar pasaje y conducción temeraria o muy lenta para ajustar el trayecto a las necesidades del conductor para recolectar pasajeros. Lo anterior genera conflictos viales, accidentes y aumento de estrés en la población y contaminación.

El pago del peaje se hace dentro de las unidades, no se tiene control de los ingresos y egresos de la operación, dado su desorden administrativo, no los hace sujetos adecuados para financiar, lo que aunado a una pobre administración de su negocio y control de tarifas, ocasiona que no se tengan fondos la mayoría de las veces para sustituir los vehículos con los que prestan el servicio, generándose una actividad de subsistencia en el que el servicio se ha deteriorado considerablemente.

Su subsistencia se basa en lo que recolectan por el pasaje, carecen de subsidio y su ganancia principal se da en lo que se denomina pasaje flotante, que es aquel que toma el vehículo para recorrer distancias cortas dentro de la ruta y no va de punto a punto o recorre grandes distancias, generando un continuo flujo de pasaje a través del recorrido, por ende la regulación de paradas establecidas le es inconveniente.

Haciendo un poco de historia esta modalidad se desarrolló a raíz de la ineficacia de las modalidades de Servicio Público Concesionado de Transporte colectivo de pasajeros y Servicio Público de Transporte colectivo de pasajeros durante la crisis de los ochenta y sirvió de válvula de escape, para solucionar los abandonos de esas modalidades por parte de particulares y gobiernos y los problemas de desempleo, lo que generó la perversión de solucionar problemas de empleo con el agravamiento del desorden del transporte, confundiendo políticas de empleo con las de transporte. El sistema llegó a su clímax entre 1993 y 1994 cuando la sobre oferta y la cartera vencida colapsó financieramente la actividad que recibió la puntilla con el error de diciembre.

Las autoridades han propuesto que los concesionarios de este servicio se agrupen en empresas mercantiles (para que pasen de agremiados a socios), y operen en conjunto el servicio de manera

¹⁶ La ruta es el recorrido concesionado de punto a punto, con definición del trayecto, bases y paraderos, contempla los ramales que son bifurcaciones de la ruta pero que conservan siempre el entronque con el trayecto principal de punto a punto.

colaborativa y organizada, para que con el monopolio de su ruta y una adecuada administración sean sujetos de créditos para mejorar los vehículos y operar en números negros y pasar de la subsistencia al negocio.

Estas propuestas en la mayoría de los casos no han podido ser implementadas porque entre los agremiados existe desconfianza, sobre todo con el líder, a esto contribuye la falta de estado de derecho en el que lo pactado no siempre es respetado ni es posible hacerlo cumplir.

El esquema ha tenido cierto éxito con las rutas en la que el líder es poseedor a través de prestanombres y otros artilugios de la mayoría de las concesiones de una ruta.

Este tipo de modalidad no será la que se tome en cuenta para el desarrollo del proyecto, puesto que su operación anárquica impide la incorporación viable de un mejor modo de transporte, esto debido a que, se mezcla con circulación vehicular, requiere de un vehículo ágil y de dimensiones no mayor a 11 metros de longitud, que opere en vialidades no preparadas donde existen baches, topes, coladeras y ondulaciones, además por no tener paradas establecidas ni orden en el servicio requiere de frenados y arranques continuos. Pero la modalidad se menciona porque al asociarse se convierte en origen de los sistemas que se describen a continuación.



Fig. 1.6. Servicio de Taxi Colectivo con itinerario fijo.

1.1.6.2 Servicio Público Concesionado de Transporte colectivo de pasajeros

Este tipo de servicio sólo puede ser prestado por personas morales, operan con una flotilla de vehículos, su operación está basada en una asociación a la que se le da en concesión el transporte de pasajeros de un corredor vial y posibles ramales que formen circuito entroncándose con el principal. La operación es en conjunto, los vehículos se operan de acuerdo con procedimientos establecidos por la empresa, este servicio carece de exclusividad de carril y monopolio de la ruta por lo que debe competir con otras modalidades.

El servicio es prestado con unidades que van desde autobuses ligeros a autobuses denominados tipo (de 11 a 12 metros de longitud) (Fig. 1.7 y 1.8).

Su participación en el reparto modal es inferior que el de los colectivos, sobre todo en ciudades o municipios conurbados que mantienen control sobre sus transportistas y aumenta con el grado de desregulación o anarquía pero siempre representa en términos reales junto con la modalidad del Servicio Público de Transporte colectivo de pasajeros no más de una cuarta parte de los colectivos.

El cobro del pasaje se hace dentro de las unidades, en los sistemas más organizados tienen monederos electrónicos o cajas colectoras mecánicas, en la mayoría de los casos se hace el pago directo al operador del vehículo, el control de los ingresos y egresos de la operación es más cuidadoso y en algunos casos exhaustivo, su mejor administración los hace sujetos de crédito. Estos servicios en algunos municipios conurbados atienden rutas menos atractivas para los colectivos, el nivel empresarial de algunas empresas es precario y se refleja en el servicio y las unidades con las que lo prestan, siendo en ocasiones inferior al que prestan los colectivos, por otro lado las políticas tarifarias les asignan menores incrementos por lo que el nivel de ocupación de sus vehículos es mayor que el de los colectivos.

Este tipo de servicio fue el primero en implementarse en la Ciudad de México, fue conocido como el pulpo camionero, en el Distrito Federal fue absorbido por el gobierno constituyéndose como la empresa paraestatal Ruta 100, en los municipios conurbados del Estado de México opera como compañías sin monopolizar el servicio.

Las ganancias se obtienen con el pasaje flotante y el transporte de punto a punto en una proporción similar. Tampoco le es conveniente la regulación de las paradas.

La tendencia de estos servicios es a constituirse en sistemas de transporte que exploten en exclusividad un corredor vial, pero como compiten en corredores con los colectivos, la solución para integrarse en ese sistema pasa por una asociación con estos, ya que de lo contrario se generarían conflictos tanto cívicos como legales, dada la máxima constitucional de derechos adquiridos.

Al igual que la modalidad anterior tampoco se tomará en cuenta para el desarrollo del proyecto por las características de operación del servicio, con la única diferencia de que la longitud máxima de la unidad puede ser de 12 metros, pero de alguna manera pudiera ser susceptible de serle de utilidad lo propuesto, además que como ya se ha visto el ordenamiento del transporte en sistemas que monopolicen un corredor se acercan a la que será la modalidad objetivo de los proyectos.



Fig. 1.7. Ejemplo de Servicio Público Concesionado de Transporte colectivo de pasajeros en el Distrito Federal



Fig. 1.8. Ejemplo de Servicio Público Concesionado de Transporte colectivo de pasajeros en el Estado de México

1.1.6.3 Servicio Público de Transporte colectivo de pasajeros

Este tipo de servicio sólo puede ser prestado por empresas paraestatales o de servicios descentralizados (todos ellos de sector gobierno), operan con una flotilla de vehículos. Su operación está basada en un servicio burocratizado en el que se asignan un corredor vial para el servicio, la operación es en conjunto, los vehículos se operan de acuerdo con procedimientos establecidos por el servicio, se carece de exclusividad de carril y monopolio de la ruta, compitiendo con otros servicios.

El servicio es prestado con unidades que van desde los autobuses ligeros a los articulados (fig 1.9).

Su participación modal es inferior a la de los colectivos e inferior a la de la modalidad de Servicio Público Concesionado de Transporte colectivo de pasajeros.

El cobro del pasaje se hace dentro de las unidades, mediante recolectores mecánicos, existe un control del flujo del dinero, estos servicios se encuentran subsidiados, atiende en su mayoría rutas menos atractivas para los colectivos y la anterior modalidad, el nivel de administración gubernamental en la mayoría de los casos es buena y dado que subsiste gracias al gobierno, depende de los presupuestos gubernamentales para mejorar la prestación del servicio, el nivel de ocupación de sus vehículos es mayor que el de los colectivos dado su menor tarifa.

La tendencia al igual que la anterior modalidad es a constituirse en sistemas de transporte que exploten en exclusividad un corredor vial.

Ya existen ejemplos exitosos de acuerdos entre prestadores de servicios con modalidad de taxi colectivos con itinerario fijo y Servicio Público de Transporte colectivo de pasajeros, en que se han constituido una asociación para establecer un sistema de transporte con éxito.

Esta modalidad podría ser susceptible de utilizar el desarrollo propuesto con sus modificaciones y adecuaciones.



Fig. 1.9. Servicio Público de Transporte colectivo de pasajeros RTP

1.1.7 Sistema de transporte colectivo de superficie

Los sistemas se prestan a través de empresas y como su nombre lo indica se integran en un servicio altamente organizado y eficiente, articulado con el resto del transporte de manera organizada. Derivado de un apoyo del gobierno para su constitución, se integra de la asociación entre la mayoría de los prestadores del servicio de transportación colectiva que prestan el servicio en un corredor vial, por lo regular los de la modalidad de Taxi colectivo con itinerario fijo y la modalidad de Servicio Público de Transporte colectivo de pasajeros, el hecho que el gobierno avale la asociación mejora la confianza de los posibles accionistas, opera en un inicio como una empresa mixta a la que con el tiempo se le va desincorporando el gobierno.

Este sistema opera con vehículos eléctricos del tipo trolebús de 12 metros con paraderos y con unidades articuladas adecuadas para andén o estación elevada (fig 1.10).

Es el único servicio que utiliza unidades totalmente eléctricas con los trolebuses e híbridas con el nuevo servicio de autobuses de entrada baja del corredor Buenavista - Aeropuerto.

Por el momento solamente en Guadalajara y el Distrito Federal se opera con trolebuses a través del Sistema de Transporte colectivo de la Zona Metropolitana y el Servicio de Transportes Eléctricos respectivamente, *con un parque vehicular en el primero de 37 unidades y el segundo con 405.*

El sistema tipo BRT ocupa unidades articuladas especialmente adaptadas para permitir el acceso con andén o parada con el suelo elevado. Estos sistemas en la Ciudad de México operan en carril exclusivo, compartiendo sólo en los cruces su trayecto con los demás automotores.

Esta modalidad será a la que en específico se aboque el desarrollo de la propuesta.



Fig. 1.10. Sistema de transporte colectivo de superficie, de izquierda a derecha y de arriba a abajo, Servicio de Transportes Eléctricos del GDF, Mixibús del Estado de México, Metrobús de piso bajo Ciudad de México y Metrobús del GDF

1.2 Problemática Específica

1.2.1 Comodidad y aceptación del servicio

En la actualidad los aspectos de comodidad y aceptación del servicio están infravaloradas debido a la necesidad de transportación de la población y una oferta limitada a lo que existe, la cual se aprovecha de una clientela cautiva, por lo tanto los estándares infrahumanos a los que se somete al pasaje son asumidos como un mal necesario. Para aquellos que pueden pagarse el lujo de transportarse en vehículos particulares o taxis no es una opción el transporte colectivo, aunque paguen el costo del estrés de circular con precariedad e inseguridad y sus tiempos de traslado aumenten, por ello la ciudadanía en cuanto puede adopta el automóvil, tanto por estatus como por comodidad, debido a esto se prevé para la ZMVM según proyecciones a cinco años (2010 -2015) se sumaran un millón más de automotores¹⁷.

La comodidad y aceptación del servicio son aspectos inherentes al diseño del sistema de transporte, en este son de particular importancia el aporte de diseño industrial en cuanto al diseño del modo de transporte al cual se aboca, además se deben tomar en cuenta las características de operación del sistema, como son la estación o parada, los tiempos para el intercambio de pasajeros entre la estación y el vehículo, los recorridos típicos, la señalización de la estación y las condiciones de operación en su totalidad. Debe responder a las necesidades humanas no sólo de transporte sino de habitabilidad, antropometría, ergonomía desde adentro, hacia afuera y afuera, de seguridad y de percepción del pasajero al ser transportado en el habitáculo del modo y al abordar y descender de este.

La aceptación del servicio está dada por:

- Tiempo de traslado, que implica el recorrido y la conectividad con otros modos
- Disponibilidad de lugares en el modo para viajar con un mínimo de confort
- La tarifa
- La accesibilidad de los pasajeros al vehículo en las estaciones tanto para abordar como para salir
- La comodidad y fiabilidad esperada del servicio
- Características mínimas de habitabilidad del vehículo, que cubran las necesidades de reposo y estadía durante el viaje
- Características que minimicen la angustia e incertidumbre del pasajeros tanto en estaciones como en el modo (vehículo) durante el viaje, las maniobras de abordaje y descenso y, que le permitan observar el entorno por donde circula a fin de identificar y saber su ubicación durante el recorrido y así prever en el mejor de los casos su descenso al llegar a su destino

Mientras que la incorporación o permanencia de un servicio depende de:

- La demanda considerada, el tipo de derrotero a cubrir, la infraestructura existente y la longitud de la ruta
- El espaciamiento de paradas o estaciones
- La flexibilidad ante la demanda
- La complejidad del sistema operativo
- Los recursos económicos para su instalación, operación y mantenimiento
- El tipo de energético utilizado
- El tiempo de vida útil propuesto
- La tarifa considerada
- El tiempo de amortización de la inversión

¹⁷ Según, Gobierno del Distrito Federal. *PROAIRE 2002 – 2010, proyección 2010 – 2015*, México: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2009.

1.2 Características Específicas de la Modalidad Sistema de Transporte Colectivo de Superficie

Para que un sistema de transporte colectivo sea eficiente requiere de las siguientes características mínimas del y para el modo:

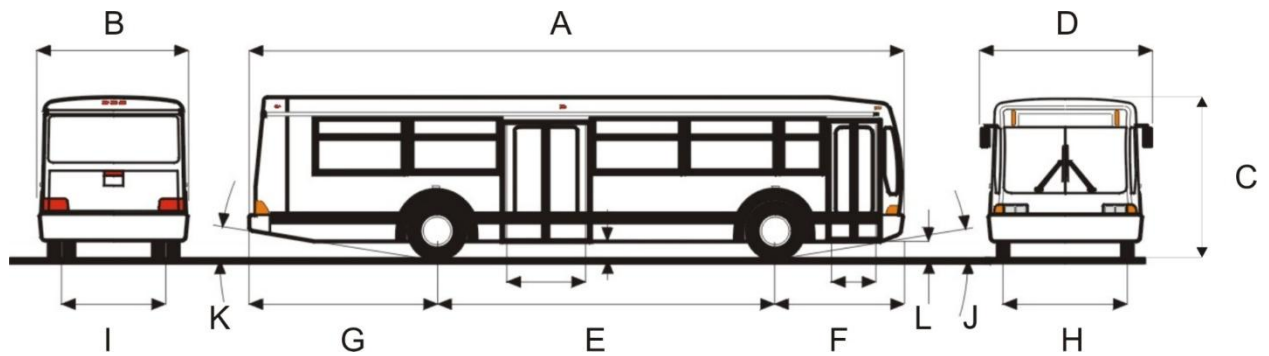
- Debe tener preferencia de circulación en el medio (vialidad) por lo regular mediante la circulación en un carril confinado
- El peaje deberá ser cobrado en la estación o parada no en el modo
- El acceso al modo debe ser al mismo nivel (el suelo de la estación al mismo nivel que el piso del vehículo)
- La capacidad máxima que debe permitir el modo es de ocho pasajeros por metro cuadrado
- La capacidad mínima por hora sentido debe ser 10,000 a 12,000 pasajeros
- La distancia entre paradas debe ser de 600 a 1200 metros
- El tiempo de parada en estación de 45 segundos máximo



Fig. 1.5.1. Distintos servicios de transporte BRT en el mundo, de izquierda a derecha y de arriba a abajo, Francia de Piso Bajo (PB), México PB, Venezuela anden elevado (AE), Corea PB, Trolebús Francia PB y México AE

1.2.1 Morfología básica del autobús

Las dimensiones principales y partes y su denominación se ejemplifican en la figura siguiente:



- A LONGITUD
- B ANCHO SIN ESPEJOS
- C ALTO
- D ANCHO CON ESPEJOS
- E DISTANCIA ENTRE EJES
- F VOLADO DELANTERO
- G VOLADO TRASERO
- H ENTREVÍA DELANTERA
- I ENTREVÍA TRASERA
- J ANGULO DE ENTRADA
- K ANGULO DE SALIDA
- L ALTURA ESTRIBO
- M ANGULO DE CENTRO

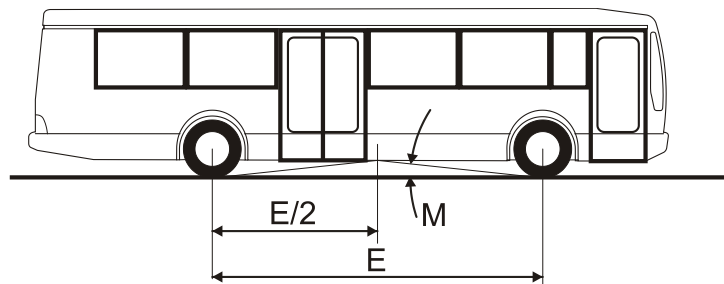


Imagen Propia

1.2.2 Tipología de vehículos tipo autobús urbano, características generales

Con base en los conocimientos adquiridos, los datos de fabricantes y análisis realizados para el desarrollo de vehículos y lineamientos de transporte colectivo de pasajeros, desde un punto de vista de diseño y no solamente ingenieril, se realizó una clasificación por tipo de vehículo de acuerdo con su configuración vehicular. Para tal propósito se tomó en cuenta: sus dimensiones en particular el largo; ubicación, disposición y distancia de los ejes; posición y orientación del motor o motores; altura de suelo a piso, la extensión de este y la existencia de plataformas para librar componentes mecánicos y; posición del operador (conductor) con respecto al eje delantero y el frente del autobús.

Para la elaboración de la tabla comparativa de tipo de autobuses siguiente, se tomó en cuenta principalmente:

- La capacidad de transportación de pasajeros tipo¹⁸ máxima
- La tecnología motriz de la que proviene sobre todo referente a sus chasis, ejes y suspensión
- El costo, las características del servicio para el que regularmente se usan
- La altura de suelo a piso de la unidad y
- la complejidad tecnológica para su desarrollo, esta última con base en:
 - Sistema motriz considerando si es un vehículo con chasis, integral (monocasco) si ya existe como derivado de carga o se fabrica desde hace más de una década
 - La complejidad de la estructura de su carrocería en cuanto a si contribuye a soportar las deformaciones del piso de la unidad
 - Sistema de tracción, si es con motor de combustión interna con transmisión y diferencial mecánico, si es de tracción eléctrica y la transmisión es directa a las ruedas o utiliza un eje con diferencial, si el diferencial es especial para piso bajo.

Y para los cuadros comparativos por tipo de vehículo y sistema motriz, en cuanto sus ventajas y desventajas los aspectos de:

- Costo
- Complejidad del sistema motriz
- Maniobrabilidad
- Tipo de servicio para el que aplica con mayor efectividad
- Tipo de suspensión en relación con la comodidad que brinda a los pasajeros
- Relación entre área que ocupa en la vialidad contra área disponible para los pasajeros en la unidad
- El tipo de acceso para pasajeros (puertas) y su ubicación de acuerdo con las necesidades del servicio
- Altura de suelo a piso del vehículo
- Si para usarlo como BRT se requieren estaciones especiales con suelo elevado
- Capacidad para circular en vialidades en mal estado
- Facilidad y fiabilidad para ser convertido a articulado
- Ángulos de entrada y salida pero sobre todo el del centro

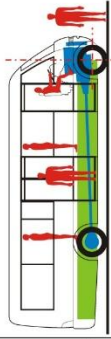
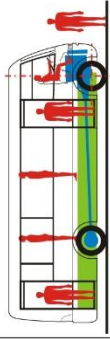
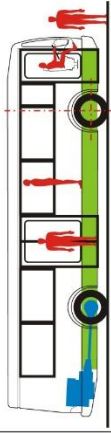
¹⁸ Véase la página 57

Tipología de vehículos tipo autobús urbano, características generales

Tipo De Vehículo	Esquema	Dimensiones en metros	Capacidad Pasajeros Sentados y de pie	Consideraciones de tipo y características de servicio y operación (sin modificación de altura de andén o parada)	Procedencia de la tecnología	Altura de suelo a piso m.	Complejidad Tecnológica
Autobús ligero* control semidelantero		Largo=8 a 11 Ancho=2.5 a 2.55 Alto=4,15 max.	40 a 66	<input checked="" type="checkbox"/> Paradas continuas no establecidas <input checked="" type="checkbox"/> Circular en calzadas en mal estado	Carga	0.85 a 0.96	Baja
Autobús ligero* control sobre eje delantero		Largo=8 a 11 Ancho=2.5 a 2.55 Alto=4,15 max.	40 a 66	<input checked="" type="checkbox"/> Paradas no establecidas <input checked="" type="checkbox"/> Suburbano <input checked="" type="checkbox"/> Circular en calzadas en mal estado	Carga	0.85 a 0.96	Baja
Autobús* control delantero motor trasero		Largo=9 a 12 Ancho=2.5 a 2.6 Alto=4,15 max.	42 a 100	<input checked="" type="checkbox"/> Paradas establecidas cada 600 a 1200 m <input checked="" type="checkbox"/> Circular en calzadas en regular y buen estado	Derivado de carga con modificación en posición motor y dirección	0.85 a 0.96	Baja
Autobús control delantero motor entre ejes		Largo=9 a 12 Ancho=2.5 a 2.6 Alto=4,15 max.	42 a 100	<input checked="" type="checkbox"/> Paradas establecidas cada 600 a 1200 m <input checked="" type="checkbox"/> Circular en buen estado	Pasaje	0.85 a 0.96	Media
Autobús control delantero entrada baja motor trasero		Largo=9 a 12 Ancho=2.5 a 2.6 Alto=4,15 max.	42 a 100	<input checked="" type="checkbox"/> Paradas establecidas cada 600 a 1200 m <input checked="" type="checkbox"/> Posible pero poco eficiente para BRT <input checked="" type="checkbox"/> Circular en calzadas en buen estado	Pasaje	PB 0.35 a 0.45 PA 0.81 a 0.96	Media alta
Autobús control delantero piso bajo motor trasero ejes extendidos		Largo=9 a 14 Ancho=2.5 a 2.6 Alto=3.3 max.	42 a 100	<input checked="" type="checkbox"/> Paradas establecidas cada 600 a 1200 m <input checked="" type="checkbox"/> Posible pero poco eficiente para BRT <input checked="" type="checkbox"/> Uso en aeropuertos <input checked="" type="checkbox"/> Circular en calzadas en muy buen estado y avenidas con pocas curvas con radios grandes	Pasaje	0.35 a 0.45	Media Alta
Autobús control delantero piso bajo motor trasero lateral eje trasero especial para piso bajo		Largo=9 a 12 Ancho=2.5 a 2.6 Alto=3.3 max.	42 a 100	<input checked="" type="checkbox"/> Paradas establecidas cada 600 a 1200 m <input checked="" type="checkbox"/> Adecuado para BRT <input checked="" type="checkbox"/> Circular en calzadas en buen estado <input checked="" type="checkbox"/> Uso en aeropuertos	Pasaje	0.35 a 0.45	Muy alta
Autobús control delantero piso bajo motor de tracción por rueda posterior		L=9 a 12 A=2.5 a 2.6 Alt=3.3 max.	42 a 100	<input checked="" type="checkbox"/> Paradas establecidas cada 600 a 1200 m <input checked="" type="checkbox"/> Adecuado para BRT <input checked="" type="checkbox"/> Circular en calzadas en buen estado <input checked="" type="checkbox"/> Uso en aeropuertos	Pasaje	0.35 a 0.45	Techo tecnológico

*Autobús ligero se considera aquel que no rebasa los 10 metros de longitud

1.2.3 Cuadros comparativos por tipo de configuración y sistema motriz

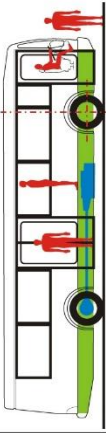
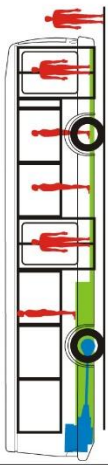
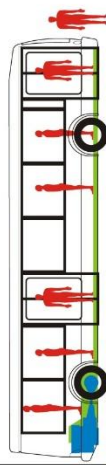
Tipo De Vehículo	Esquema	Ventajas	Desventajas
Autobús control semidelantero		<ul style="list-style-type: none"> Costo¹⁰ bajo Mecánica simple de vehículo de carga Tamaño que permite agilidad para competir por pasaje Puede circular en terreno en malas condiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Incomodo por sus suspensión y vibraciones resonantes en volado trasero Altura de suelo a piso provoca accidentes, aumenta el tiempo de ascenso y descenso Ocupación útil¹¹ del vehículo de un 75 a 80%, por configuración y ubicación de componentes y operador La posición del motor aumenta temperatura en el área del operador y el habitáculo Por sus dimensiones y configuración vehicular es difícil y en algunos casos impráctico el uso de puertas dobles¹² Al tener solo dos puertas adecuadas para funcionar adecuadamente, con el agravante de que si no es con andén elevado se requieren escaleras, provoca que los pasajeros se concentren en zonas cercanas entorpeciendo con esto la movilidad dentro de la unidad, aumentando la incomodidad y el estrés de todos los usuarios. Incomodo por sus suspensión y vibraciones resonantes en volado trasero Altura de suelo a piso provoca accidentes, aumenta el tiempo de ascenso y descenso Ocupación útil del vehículo de un 70 a 75%, por configuración y ubicación de componentes y operador Acceso delantero incomodo para pasajeros y dificultad para atender al pasaje por posición del operador La posición del motor aumenta temperatura en el área del operador y el habitáculo Por sus dimensiones y configuración vehicular es difícil y en algunos casos impráctico el uso de puertas dobles Al tener solo dos puertas adecuadas para funcionar adecuadamente, con el agravante de que si no es con andén elevado se requieren escaleras, provoca que los pasajeros se concentren en zonas cercanas entorpeciendo con esto la movilidad dentro de la unidad, aumentando la incomodidad y el estrés de todos los usuarios.
Autobús control sobre eje delantero		<ul style="list-style-type: none"> Costo bajo Mecánica simple de vehículo de carga Tamaño que permite la agilidad para competir por pasaje Puede circular en terreno en malas condiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Incomodo por sus suspensión Altura de suelo a piso provoca accidentes, aumenta el tiempo de ascenso y descenso La posición del motor aumenta temperatura en el habitáculo Para su uso en servicio BRT requiere de infraestructura como el andén o parada elevada Por el uso de ejes delanteros provenientes de vehículos de carga su maniobrabilidad es restringida Adaptar su plataforma para vehículos articulados resulta costosa ya que la articulación para empujar es más compleja y costosa Dificulta poner puerta doble en el volado trasero
Autobús control delantero motor trasero		<ul style="list-style-type: none"> Costo medio Bien diseñado se puede aprovechar una ocupación útil de más del 90% Puede circular en terreno en regular estado Se puede adaptar para BRT con el uso de andén elevado 	<ul style="list-style-type: none"> Incomodo por sus suspensión Altura de suelo a piso provoca accidentes, aumenta el tiempo de ascenso y descenso La posición del motor aumenta temperatura en el habitáculo Para su uso en servicio BRT requiere de infraestructura como el andén o parada elevada Por el uso de ejes delanteros provenientes de vehículos de carga su maniobrabilidad es restringida Adaptar su plataforma para vehículos articulados resulta costosa ya que la articulación para empujar es más compleja y costosa Dificulta poner puerta doble en el volado trasero

¹⁰ Menor a \$700,000.00 pesos ó U\$53,000.00 dólares

¹¹ Aquella que ocupa en la vialidad, restándole el área que ocupan componentes motrices y del cuerpo o carrocería, zona de operador, etc., para transportar pasajeros

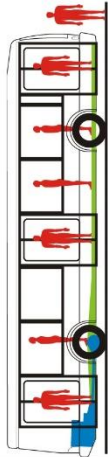

¹² Puertas que miden de claro libre de ancho 1200 mm mínimo por 1900 mm mínimo de alto

1.2.3 Cuadros comparativos por tipo de configuración y sistema motriz

Tipo De Vehículo	Esquema	Ventajas	Desventajas
Autobús control delantero motor entre ejes		<ul style="list-style-type: none"> • Costo medio alto • Bien diseñado se puede aprovechar una ocupación útil de más del 95% • Se puede adaptar para BRT con el uso de andén elevado • Adaptar su plataforma para vehículos articulados resulta económica ya que la articulación para ser jalada es más simple y económica • Permite puerta doble en el volado trasero 	<ul style="list-style-type: none"> • Al tener solo dos puertas adecuadas para funcionar adecuadamente, con el agravante de que si no es con andén elevado se requieren escaleras, provoca que los pasajeros se concentren en zonas cercanas entorpeciendo con esto la movilidad dentro de la unidad, aumentando la incomodidad y el estrés de todos los usuarios. • Altura de suelo a piso provoca accidentes, aumenta el tiempo de ascenso y descenso • La posición del motor aumenta considerablemente la temperatura en el habitáculo • Para su uso en servicio BRT requiere de infraestructura como el andén o parada elevada • Al tener solo dos puertas adecuadas para funcionar adecuadamente, con el agravante de que si no es con andén elevado se requieren escaleras, provoca que los pasajeros se concentren en zonas cercanas entorpeciendo con esto la movilidad dentro de la unidad, aumentando la incomodidad y el estrés de todos los usuarios.
Autobús control delantero entrada baja motor trasero		<ul style="list-style-type: none"> • Bien diseñado se puede aprovechar una ocupación útil del 85% al 93% • Puede circular en terreno en regular estado • Se puede adaptar para BRT con el uso de andén elevado 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo alto¹³ • La plataforma para librar el diferencial provoca accidentes y da lugar a acumulación de pasajeros en la zona de entre ejes, además de aumentar el tiempo de ascenso y descenso en la zona de puerta central • La posición del motor aumenta la temperatura en el habitáculo • Para su uso en servicio BRT la eficiencia se ve disminuida por solo tener dos accesos viables para ascenso y descenso • Dificulta poner puerta doble en el volado trasero, salvo con escaleras lo cual le quita conveniencia • Adaptar su plataforma para vehículos articulados resulta costosa ya que la articulación para empujar es más compleja y costosa
Autobús control delantero piso bajo motor trasero ejes extendidos		<ul style="list-style-type: none"> • En configuraciones de vehículos de longitud menor a 10 m. la alternativa de extender los ejes no afecta mucho la maniobrabilidad • El costo es el más bajo de los autobuses de piso bajo con otras configuraciones y el de menor tecnología • Plataforma adaptable a autobuses ligeros 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo alto • La ocupación útil del espacio no mayor al 85% • Por su configuración vehicular de ejes extendidos tiene limitaciones de maniobrabilidad en el caso de autobuses de 14 m se requiere de un tercer eje direccional • El largo claro entre ejes compromete la integridad estructural • Su maniobrabilidad se ve restringida por la mayor distancia entre ejes, requiriendo circular en calles lo mas rectas posibles o con curvas con grandes radios • Su utilización se dificulta porque el ángulo de salida y entrada de entre ejes es muy reducido siendo propenso a pegar o atorarse en topes, entradas y vados • Al tener solo dos puertas adecuadas, provoca que los pasajeros se concentren en zonas cercanas entorpeciendo con esto la movilidad dentro de la unidad, aumentando la incomodidad y el estrés de todos los usuarios.

¹³ Entre U\$ 70,000 a 250,000 dólares

1.2.3 Cuadros comparativos por tipo de configuración y sistema motriz

Tipo De Vehículo	Esquema	Ventajas	Desventajas
Autobús control delantero piso bajo motor trasero lateral eje trasero especial para piso bajo		<ul style="list-style-type: none"> • Se aprovecha mejor el espacio, bien diseñado se puede aprovechar una ocupación útil de más del 95% • Se puede utilizar para BRT con una estación a nivel de banqueta • La facilidad de incorporar tres puertas dobles, mejora la eficiencia en las operaciones de accenso y descenso, reduciendo el estrés en pasajeros y el tiempo en estaciones • El uso adecuado de un pasillo central con pocos desniveles para los accesos permite una mejor distribución de los pasajeros en la unidad y reduce las aglomeraciones en las zonas cercanas a las puertas. • Permite puerta doble en el volado trasero • Aprovechamiento adecuado del espacio sobre la rueda posterior 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo muy alto.¹⁴ • Adaptar su plataforma para vehículos articulados resulta costosa ya que la articulación para ser empujada es más compleja y costosa • La posición forzosa del motor en la parte trasera dificulta la ubicación de componentes adecuados para operar como híbrido • El espacio que ocupa la caja, el cardán y el motor limitan la adecuada utilización del espacio, y limitan la posibilidad de aumentar la potencia dado el incremento en el volumen del motor. • Su uso para viabilidades en mal estado no es adecuado
Autobús control delantero piso bajo motor de tracción por rueda posterior		<ul style="list-style-type: none"> • Se aprovecha mejor el espacio, bien diseñado se puede aprovechar una ocupación útil de más del 95% • Se puede utilizar para BRT con una estación a nivel de banqueta • La facilidad de incorporar tres puertas dobles, mejora la eficiencia en las operaciones de accenso y descenso, reduciendo el estrés en pasajeros y el tiempo en estaciones • El uso adecuado de un pasillo central sin desniveles para los accesos permite una mejor distribución de los pasajeros en la unidad y reduce las aglomeraciones en las zonas cercanas a las puertas. • Permite puerta doble en el volado trasero • Adaptar su plataforma para vehículos articulados resulta económica ya que la articulación para ser jalada es más simple y económica • las configuraciones posibles dado el sistema de tracción permiten autobuses articulados, biarticulados o más. • Permite ser transformado con facilidad en híbrido, eléctrico y trolebús • El tren motriz es más compacto permite mejorar la distribución formal, de partes y componentes en el habitáculo 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo muy alto • Su uso para viabilidades en mal estado no es adecuado

¹⁴ Mayor de US \$350,000 dólares, normalmente para un autobús de piso bajo con sistema de motor por rueda su precio esta alrededor de los US \$460,000 dólares

Sistemas Híbrido Serie y paralelo

Paralelo

Se denomina sistema en paralelo cuando el motor de combustión interna y el eléctrico pueden realizar tracción en las ruedas, ya sea solos, en ayuda recíproca o en complemento (Fig. 1.5.2).

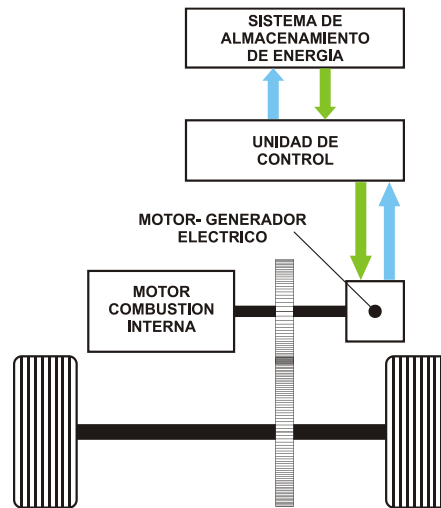


Fig. 1.5.2. Esquema sistema paralelo (Imagen propia)

Serie

En serie cuando el motor de combustión interna está acoplado a un generador que a su vez carga los sistemas de almacenamiento de energía para después estos y/o directamente el generador proveer de energía a los motores eléctricos que dan la tracción a las ruedas del vehículo, que es el caso de los desarrollos de la UAM-A (Fig. 1.5.2).

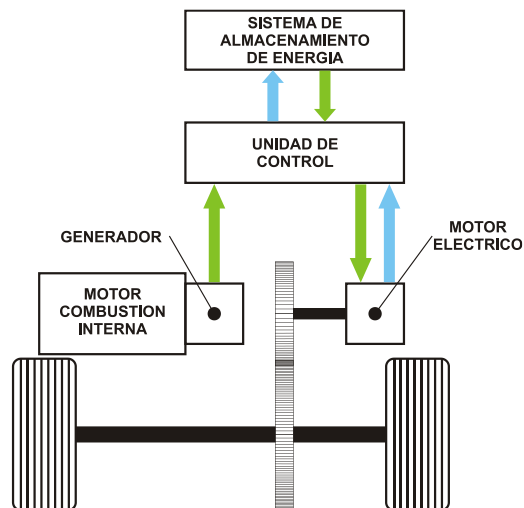


Fig. 1.5.3. Esquema sistema paralelo (Imagen propia)

Combinado

Más complejo, el motor eléctrico funciona en solitario a baja velocidad, mientras que a alta velocidad, el motor de combustión interna y el eléctrico trabajan a la vez. El motor de combustión interna combina las funciones de propulsión del vehículo y de alimentación del generador, que provee de energía al motor eléctrico, lo que suele aumentar la eficiencia del sistema, ya que se puede aprovechar la energía generada por el motor de combustión interna, que en ciertas circunstancias puede ser en exceso, y en lugar de desperdiciarla, utilizarla para recargar las baterías del sistema eléctrico (Fig. 1.5.4).

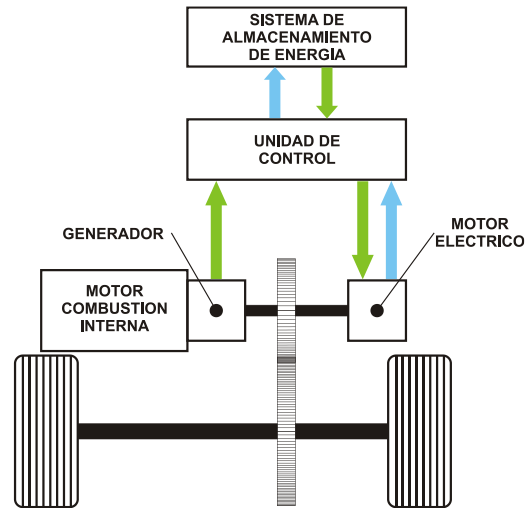


Fig. 1.5.4. Esquema sistema paralelo (Imagen propia)

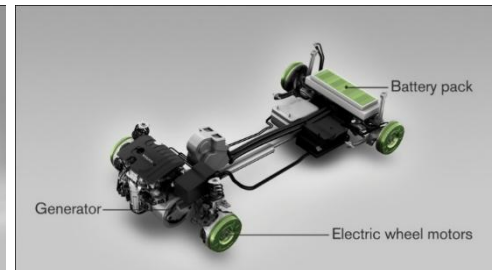
Los sistemas combinado y en paralelo son los más utilizados por la industria automotriz, porque les permite seguir manteniendo un tren motriz parecido al de combustión interna que ya conocen (Fig. 1.5.5), pero en realidad el sistema en serie permite variar la configuración vehicular dando lugar a mejor distribución de los volúmenes y mejorar la habitabilidad y maniobrabilidad mediante sistemas de control de tracción (Fig.1.5.6).



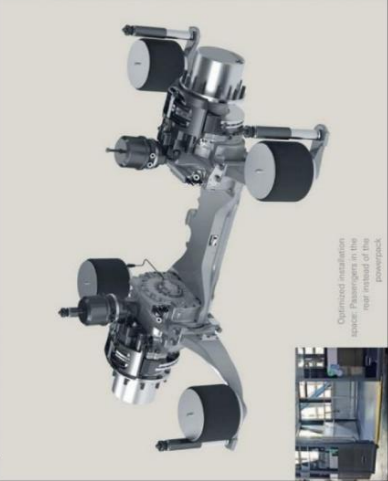
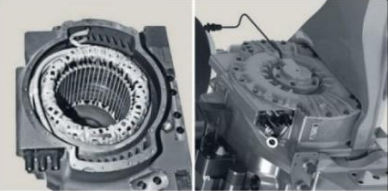






Fig. 1.5.5. Sistema en paralelo, como se muestra se integra todo en un conjunto formado por motor de combustión interna, generador, diferencial, motor eléctrico y caja de cambios



Fig. 1.5.6. Sistema en serie, como se ve el motor de combustión interna conectado al generador recarga las baterías y la tracción las dan los motores en cada una de las ruedas


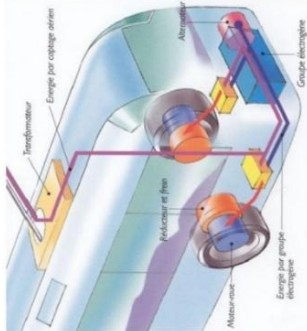


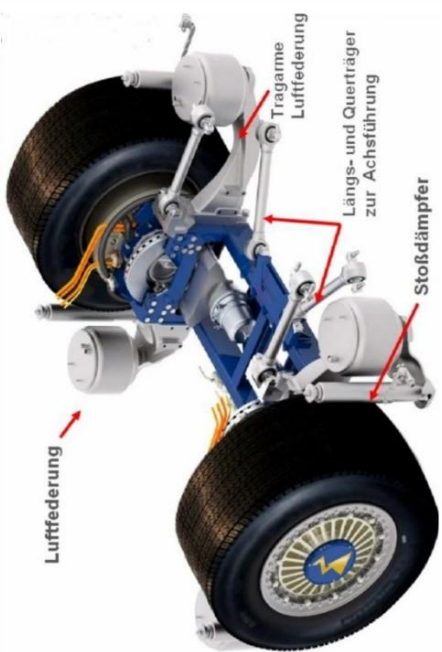



Sistemas motrices existentes más destacables para piso bajo en autobús y/o trolebús

Sistema	Tipo	Ventajas	Desventajas	Observaciones
<p>Eje ZF AVE 130</p>  	Serie	<p>Muy compacto, se aprovecha el espacio sobre la tolva de ruedas completamente</p> <p>Permite un piso de pasillo completamente plano.</p> <p>Muy compacto</p> <p>Sistema de suspensión simple y ya probado</p>	<p>Muy alto costo</p> <p>Mantenimiento requiere desmontaje del conjunto completo</p> <p>Sistema de enfriamiento complicado a base de glicol</p>	<p>Utilizado por Mercedes Benz</p> 
<p>Eje ZF AV 132 y 132 T o similar de otra marca con sistema s Allison, MAN (Sistemas paralelos) , Siemens, Skoda, Rockar, etc.</p>  	<p>Paralelo</p> <p>Serie</p> <p>Dependiendo del arreglo si es sistema Allison ó MAN son Paralelos</p>	<p>Sistema más comercializado para autobuses de piso bajo</p> <p>Permite la conexión del cardan cercano a la rueda con diferentes inclinaciones o al centro del eje</p> <p>Compacto y fiable</p> <p>Adaptable a varios sistemas de tracción, tanto eléctricos como de combustión interna</p> <p>Sistema de suspensión simple y ya probado</p>	<p>El volumen necesario para el cardan y la altura del eje no permiten un pasillo completamente plano, requiriendo en el pasillo dejar rampas o sobre saltos</p>	<p>Utilizado para autobuses y trolebuses de piso bajo marca: Volvo, MAN, HESS, VanHool, Scania, etc.</p>   

Datos tomados de información disponible en la página WEB de ZF, IRISBUS (IVECO) y e-Traction. 25/05/2011

Sistemas motrices existentes más destacables para piso bajo en autobús y/o trolebús

Sistema	Tipo	Ventajas	Desventajas	Observaciones
<div></div> <p>ALSTOM-IRISBus de IVECO</p>	Serie	<p>Muy compacto, se aprovecha el espacio sobre la tolva de ruedas completamente</p> <p>Permite un piso de pasillo completamente plano.</p> <p>Muy compacto</p> <p>Sistema de suspensión simple y ya probado</p> <p>Sistema de enfriamiento por disipación con el ambiente</p>	<p>Muy alto costo</p> <p>Mantenimiento requiere desmontaje del conjunto completo</p> <p>Por ser de un único neumático por lado y no en tándem como la mayoría de los autobuses una pinchadura implica un problema de operación mayor</p> <p>El sistema de reducción es complejo y costoso</p>	<p>Utilizado solo por IRISBus de IVECO</p> 
<div><p>Lufffederung</p><p>Tragarme Lufffederung</p><p>Längs- und Quertreäger zur Achsführung</p><p>Stoßdämpfer</p></div> <p>e - Traction</p>	Serie	<p>Muy compacto, se aprovecha el espacio sobre la tolva de ruedas completamente</p> <p>Permite un piso de pasillo completamente plano.</p> <p>Muy compacto</p> <p>Sistema de suspensión simple y ya probado</p> <p>Sistema de enfriamiento por disipación con el ambiente</p> <p>La tecnología de tracción permite una mayor eficiencia en el uso de energía</p> <p>No requiere reductor</p>	<p>Muy alto costo</p> <p>Mantenimiento requiere desmontaje del conjunto completo</p> <p>Por ser de un único neumático por lado y no en tándem como la mayoría de los autobuses una pinchadura implica un problema de operación mayor</p>	<p>Utilizado por Volvo, VDL, etc.</p> 

Datos tomados de información disponible en la página WEB de ZF, IRISBUS (IVECO) y e-Traction. 25/05/2011

1.3 Conclusiones

Del punto 1.5.2 y de este se puede concluir que la configuración vehicular de Autobús control delantero piso bajo motor de tracción por rueda posterior y el sistema motriz híbrido tipo serie son los más adecuados para un autobús de piso bajo para sistema BRT, pero también es cierto que son sistemas muy caros de más de U\$ 400,000 dólares, el reto es diseñar una unidad con las mismas características o mejores, pero con un costo inferior.

Con base en todo lo aprendido a lo largo de años de investigación y desarrollo de vehículos eléctricos en la UAM-A, se considera más conveniente para uso urbano autobuses completamente eléctricos recargables en la estación durante el ascenso y descenso de pasajeros (Fig. 1.6.1) o los trolebuses, los vehículos con sistemas híbridos son innecesariamente más costosos, pesados y contaminantes, su costo de operación y mantenimiento es más alto que el de los anteriores, pero tienen la ventaja de ser más flexibles en cuanto a cambiar su ruta en caso de desastre o cambio de ruta por condiciones en la demanda, aunque en esto último el autobús completamente eléctrico también cumple con esa cualidad.



Fig. 1.6.1. El sistema de autobuses que se recargan en la estación en el tiempo que se hacen las maniobras de bajar y abordar la unidad, es una alternativa viable para la metrópolis, en este caso una unidad carrozada por HESS y con sistema motriz y eléctrico de ABB en Génova.

La empresa DINA Camiones solicitó una unidad híbrida a pesar de nuestras apreciaciones, lo cual desde el punto de vista comercial es acertado ya que una unidad híbrida no requiere de infraestructura para ser mostrada, pero desde el punto de vista negocio la unidad eléctrica tiene un mayor potencial sobre todo si se realizan proyectos llave en mano (donde se solucionan los problemas desde infraestructura, pasando por el vehículo, sistema de peaje, hasta proveer de energía para el sistema, son resueltos por la empresa productora que entrega al prestador del servicio para que solo lo opere).

2. Oportunidades Tecnológicas

La importancia del Diseño Industrial en el desarrollo de proyectos se fundamenta en amalgamar diversas disciplinas y tecnologías existentes, aplicándolas en la solución de un producto enfocado para resolver una necesidad del ser humano, haciéndolo viable en lo tecnológico, económico y social.

Como suele suceder en proyectos de desarrollo tecnológico, la mayoría de las tecnologías aplicadas al diseño del vehículo tipo autobús de piso bajo con tracción eléctrica ya son conocidas, pero no han concurrido en un desarrollo de este tipo de una manera que se adapte a las necesidades de nuestro país.

2.1 Sistemas CAD

El Diseño Asistido por Computadora CAD (por sus siglas en Inglés: Computer Aided Design), es una modalidad de trabajo que integra programas de computadora que sirven de herramientas para asistir a ingenieros, arquitectos, diseñadores industriales y a otros profesionales dedicados al diseño, en las actividades de proyectación, aportando capacidades virtuales tanto para generar desarrollos, ayudando a simular, comunicar y administrar proyectos, facilitando las tareas de desarrollo e integración de ingeniería y diseño.

Básicamente los sistemas CAD permiten modelar virtualmente el producto diseñado en su apariencia y todas sus partes y sistemas, permitiendo visualizar y simular, con ello prever los resultados en un grado muy cercano a la realidad y de ahí extraer información para su fabricación.

El proceso de diseño en CAD consiste en cuatro etapas.

Modelado geométrico. Se describe como forma matemática o analítica a un objeto físico, el diseñador construye su modelo geométrico, que da origen a una representación precisa y completa en tres dimensiones.

Análisis y optimización del diseño. Después de haber determinado las propiedades geométricas, se somete a un análisis donde podemos ver las propiedades físicas del modelo (esfuerzos, deformaciones, deflexiones, vibraciones) y de apariencia e interface (estética y ergonomía). Se disponen de sistemas de administración, con la capacidad de organizar, recrear datos.

Revisión y evaluación del diseño. En esta etapa importante se comprueba si existe alguna interferencia entre los diversos componentes, en útil para evitar problemas en el ensamble y el uso de la pieza, también permite visualizar layout de disposición de elementos y su interacción con los posibles usuarios. Para esto existen programas de animación o simulaciones dinámicas para el cálculo de sus tolerancias y ver que requerimientos son necesarios para su manufactura.

Documentación y dibujo (comunicación) etapa en la que se generan planos para su comprobación y manufactura.

En el desarrollo del diseño de un vehículo tipo autobús, es posible utilizar sistemas CAD para su diseño y simulación, antes de la construcción física del prototipo, mediante software de diseño con interfaces para realizar análisis ergonómicos, se pueden plantear sucesivas aproximaciones de configuración, realizándose un prototipo virtual con todos sus componentes, reduciendo tiempo y costos de desarrollo.

2.2 Motores asíncronos con inversores de frecuencia

Los motores asíncronos o de inducción son un tipo de motor de corriente alterna. El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos: a) de jaula de ardilla; b) bobinado, y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120° en el espacio. Según el Teorema de Ferraris, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de 120° , se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión en el rotor según la Ley de inducción de Faraday: La diferencia entre el motor a inducción y el motor universal es que en el motor a inducción el devanado (embobinado) del rotor no está conectado al circuito de excitación del motor sino que está eléctricamente aislado (Fig. 2.2.1). Tiene barras de conducción en todo su largo, incrustadas en ranuras a distancias uniformes alrededor de la periferia. Las barras están conectadas con anillos (en cortocircuito) a cada extremo del rotor. Están soldadas a las extremidades de las barras (Fig. 2.2.2). Este ensamblado se parece a las pequeñas jaulas rotativas para ejercitar ardillas y por eso a veces se llama "jaula de ardillas", y los motores de inducción se llaman también motores de jaula de ardilla.

Los motores asíncronos tienen la ventaja de su robustez y carecen de escobillas y colectores como los motores universales o de corriente directa, lo que los convierte en casi libres de mantenimiento.

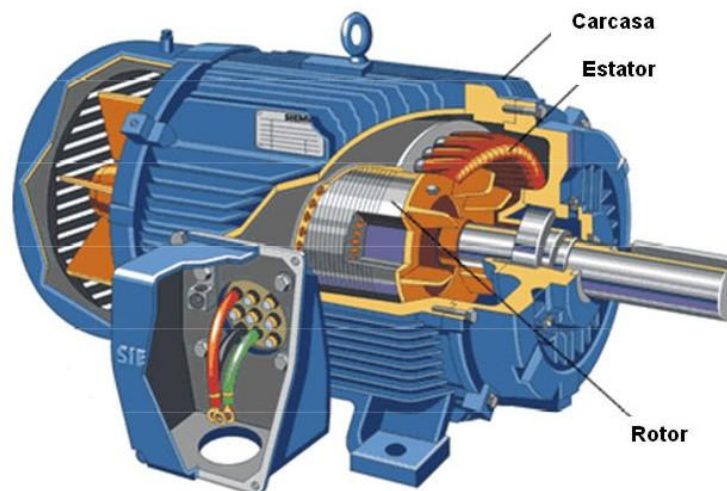


Fig. 2.2.1. Corte parcial de motor asíncrono (Fuente Siemens)

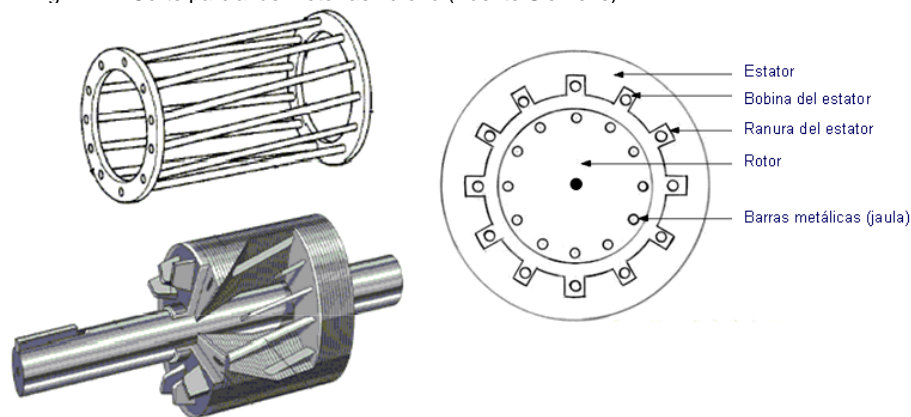
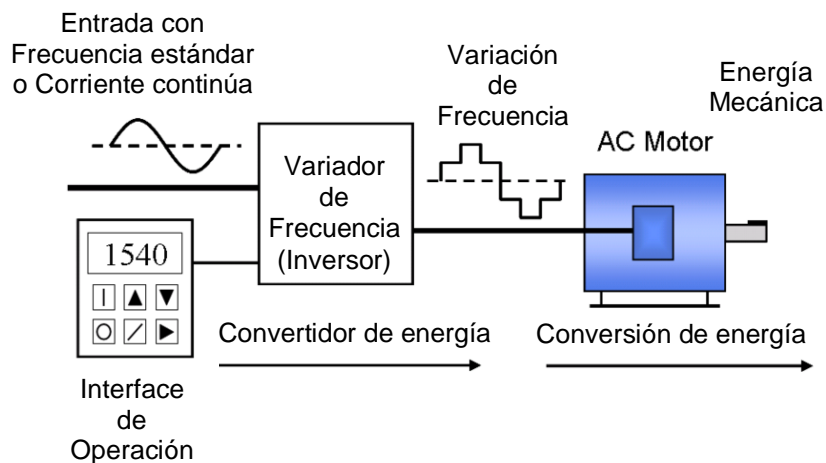


Fig. 2.2.2. Imagen de las barras en corto circuito con los anillos que las unen (Fuente Siemens)

Pero en su contra tiene un menor par de arranque que los universales y de corriente directa, pero esto se mejora con el uso de inversores de frecuencia que además permiten el control de otros aspectos del funcionamiento del denominado motor, que en realidad es una maquina eléctrica, porque también con el uso del inversor esta se convierte en un generador, lo que facilita su utilización como freno regenerativo.

Un inversor básicamente realiza mediante componentes electrónicos la función de cambiar la frecuencia de entrada con respecto a la de la salida, esto es por ejemplo: si se alimenta con una corriente de 60 Hz (60 oscilaciones por segundo de positivo a negativo) se puede modificar con el inversor su salida a 120 Hz. Como la velocidad de rotación de la maquina eléctrica está en función de las oscilaciones al variar la frecuencia se controla su velocidad siendo proporcional a las oscilaciones de la corriente (Fig. 2.2.3). Además de lo anterior el inversor o controlador también puede ajustar valores tales como la tensión (voltaje) y la corriente (amperaje), todo esto junto permite controlar, sentido de giro, aceleración, velocidad, potencia y par, además de invertir la función ya sea de motor a generador y viceversa.

La utilización de motores asíncronos, cuya aplicación es en el campo de la industria manufacturera, extractiva, imprenta, agrícola, etc., está probada, pero no para tracción de vehículos de transporte, pero gracias a la detección de las oportunidades por parte de la ingeniería eléctrica de este grupo de trabajo es posible, que el binomio motor/controlador se adapte para esta aplicación, de manera tal que sea viable su utilización con componentes estándar.



Control de Velocidad por Variación de Frecuencia

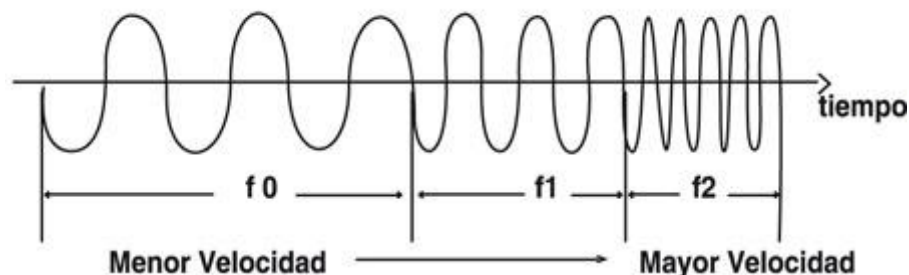


Fig. 2.2.3. Esquema de funcionamiento del binomio motor/controlador o variador de frecuencia/motor (Fuente WEG)

2.2.1 Motores de síncronos de imanes permanentes

Estos motores accionados por convertidores de frecuencia son utilizados en la industria en aplicaciones que requieren variación de velocidad con par constante y alta eficiencia, como compresores, cintas transportadoras, etc. Asimismo, su uso se está incrementando en proyectos en los que los factores requeridos incluyen par suave, bajos niveles de ruido y bajos niveles de vibraciones, como ocurre por ejemplo en los ascensores. Además, son muy útiles donde la optimización del espacio y la eliminación del reductor son esenciales, porque pueden operar en un amplio rango de velocidad sin la necesidad de la ventilación independiente.

Menor volumen y peso

Al contrario de los motores de inducción convencionales de jaula de ardilla, los motores de imanes permanentes síncronos (PM) con alta energía magnética (NdFeB) en el rotor, tienen menos pérdidas "Joule" en el rotor (por calor). Dado que las pérdidas Joule ($R I^2$) son una porción significativa de las pérdidas totales en los motores de inducción, al sustituir la jaula de ardilla por imanes permanentes, se garantiza una eficiencia mucho mayor de la encontrada en los motores estándar NEMA EFF1 y EFF2. Asimismo, los imanes en el rotor garantizan una gran reducción en las pérdidas eléctricas y consecuentemente una menor elevación de temperatura del motor¹⁹.

Debido a estas ventajas, en comparación a un motor de inducción de la misma potencia, la vida útil del PM motor aumenta significativamente, mientras que su volumen se reduce aproximadamente en 47%, resultando en una alta relación de par/volumen (Fig. 2.2.5), y el peso disminuye en cerca de 36%. En este sentido, estos motores son entre uno y dos tamaños de carcasa menores que un motor de inducción similar.

Al disminuir el tamaño de la carcasa, el sistema de ventilación se reduce consecuentemente para una misma relación par/potencia, obteniendo así una significativa reducción del ruido causado por el ventilador acoplado al eje del motor. Finalmente, una gran ventaja de estos motores es la posibilidad de operarlos en un amplio rango de velocidad con par constante (Fig. 2.2.5).

El único inconveniente es el costo comparado con el motor asíncrono sin imanes permanentes, pero en el grupo se estudia su utilización basada en costo beneficio, ya que reduce volumen y peso y requiere de reductores más simples menos voluminosos y pesados y más económicos.

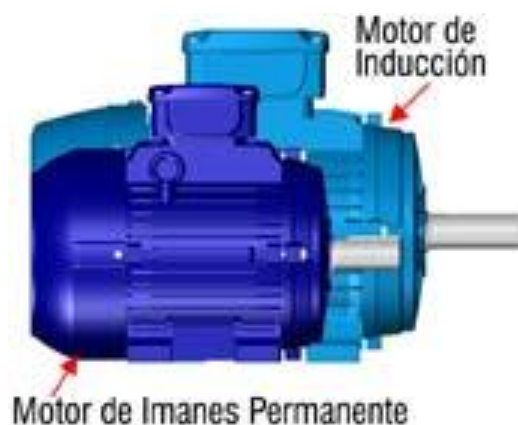


Fig. 2.2.4. Comparativa de tamaño entre un motor síncrono de imanes permanentes y uno asíncrono, para similar par y potencia (Fuente WEG)

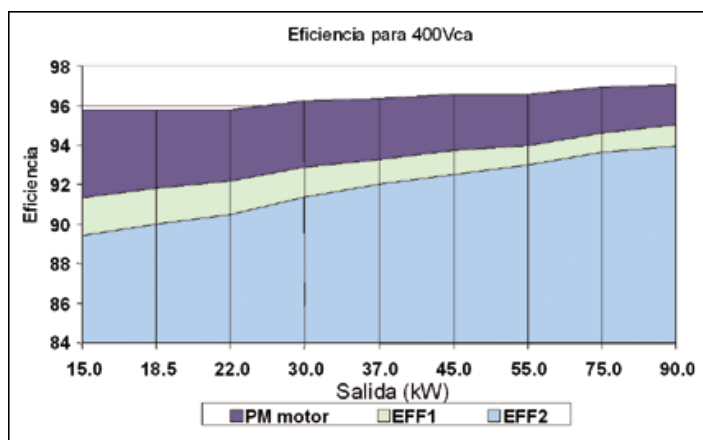


Fig. 2.2.5. Grafica comparativa de un motor síncrono de imanes permanentes (PM) y uno asíncrono (EFF1 y EFF2), eficiencia contra potencia (Fuente WEG)

¹⁹ Catálogo de la empresa WEG, motores de imanes permanentes (Wmagnet Drive System)

2.3 Ultracapacitores

El fenómeno de capacitancia es de tipo electrostático, producido por una diferencia de potencial, se presenta cuando dos superficies conductoras separadas por un dieléctrico (material no conductor) son provistas de energía eléctrica una superficie al polo positivo y la otra al negativo (Fig. 2.3.1), generándose un almacenamiento de energía, este dispositivo así constituido se le denomina capacitor o condensador. El problema con este fenómeno es básicamente que se requerirían grandes superficies para almacenar suficiente energía, es por ello que cualquier capacitor convencional sólo puede almacenar energía muy pequeña, que aunque la unidad de medida es el faradio la gran mayoría sólo se puede almacenar en micro faradios, esto es:

La capacitancia es igual:

$$C = k A / d$$

Donde:

C= Capacitancia en Faradios

A= Área de las superficies m^2

d=distancia entre las superficies m

k= Constante dieléctrica

Por tanto a mayor área y menor distancia aumenta la capacidad de almacenamiento de energía, esto en ultra capacitor convencional se logra utilizando carbón activado (Fig. 2.3.3) o carbón poroso o material cerámico o polímero espumado conductor y constituye un polo del capacitor (Fig. 2.3.2), que debido a su conformación maximiza la superficie entre sus poros, al cual se le agrega un polímero dieléctrico que recubre la superficie porosa y luego un polímero o liquido conductor como puede ser un ácido que proporciona al contacto con el polímero dieléctrico la otra superficie que además sirve del otro polo del condensador, de esta manera se pueden generar capacitores con superficies del orden de 0.75 a 1.4 m^2 en volúmenes de 1 a 1.5 litros y de 400 a 700 grs (Fig. 2.3.4).

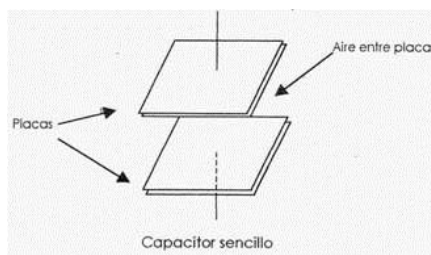


Fig. 2.3.1. Capacitor sencillo placas paralelas

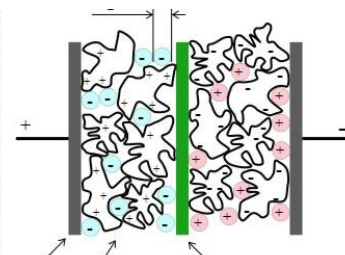


Fig. 2.3.2. Ultra capacitor de carbón activado

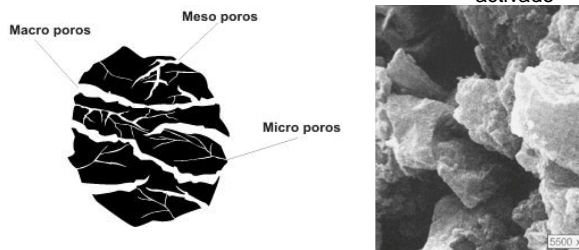


Fig. 2.3.3. Carbón activado esquema y visto en microscopio

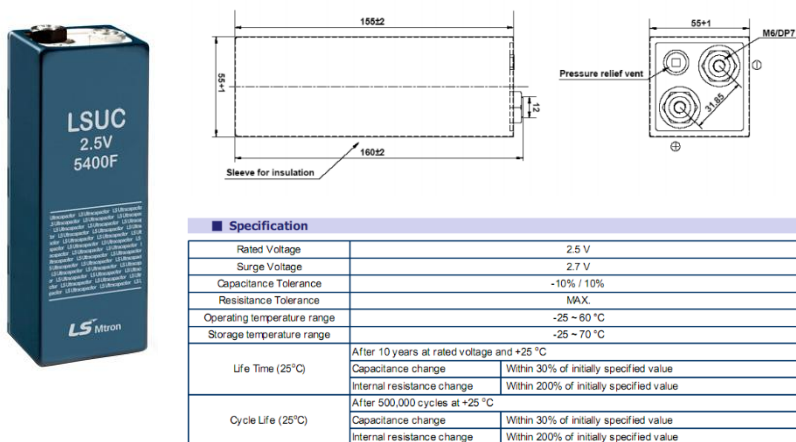


Fig. 2.3.4. Ultra capacitor comercial de carbón activado

Con supercapacitores con nano tecnología se podrá llegar a almacenamientos comparables de energía a las de las baterías en volúmenes y pesos muy inferiores a estas, además con la ventaja de aumentar la vida útil hasta 5 veces como mínimo, y reduciendo el tiempo de recarga hasta en 60 veces con respecto de aquellas (figs. 2.3.5 a 2.3.7).

El uso de ultra capacitores o supercapacitores para el almacenamiento de energía implica el utilizar una nueva tecnología inédita en el país, que representa el futuro con el desarrollo basado en nanotecnologías, resultando los sistemas más adecuados para almacenamiento de energía, ya que proveerán una alta densidad de energía, posibilitando reducir peso y aumentar la autonomía a niveles comparables a los vehículos accionados con combustibles fósiles, sin el inconveniente de largos periodos de recarga como las baterías, pudiéndose recargar en periodos muy breves comparables o menores al llenado de tanques de combustibles fósiles.

Por otro lado los ultra capacitores pueden proveer y almacenar grandes cantidades de energía en periodos cortos de tiempo en comparación con las baterías, esto es de fundamental importancia ya que en prototipos anteriores de vehículos eléctricos realizados por el Grupo de Desarrollo de Vehículos Eléctricos de la UAM-A, se detectó un fenómeno químico de agotamiento de baterías cuando estas eran sometidas a descargas rápidas con elevado aporte de energía, como sucede en los arranques desde velocidad cero cuando se vence la inercia, lo que en su tiempo representó un problema sólo solucionable con artilugios mecánicos que se utilizaban para reducir estos picos de energía, en los sistemas de tracción mediante un convertidor de par o en el energético mediante volantes de inercia acoplado a maquinas eléctricas que almacenaban energía de forma mecánica en grandes cantidades y la suministraban eléctricamente en esa misma proporción disminuyendo o evitando el problema.

Las soluciones mecánicas implicaban problemas de complejidad, eficiencia, aumento de peso y en el caso de los volantes de inercia el efecto giroscópico, este último aunque solucionado mediante una conformación patentada por el Ingeniero Mario Gottfried Joy, con volantes colocados en las caras de un cubo contra rotatorios, aplicados teóricamente en el primer desarrollo de autobús híbrido de piso bajo, no reduce las complejidades de altas velocidad de los volantes, su peso y su comportamiento ante impactos.

Dado lo anterior los ultracapacitores resultan ser una oportunidad tecnológica trascendental y de estado sólido²⁰ que motivo el plantear el desarrollo de un vehículo tipo autobús - trolebús.

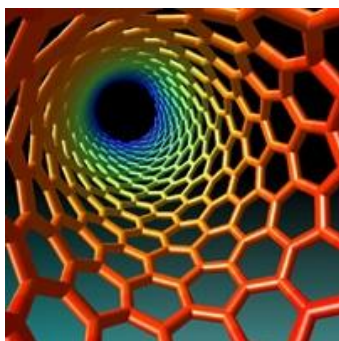


Fig. 2.3.5. Estructura molecular de nanotubo, formando hexágonos

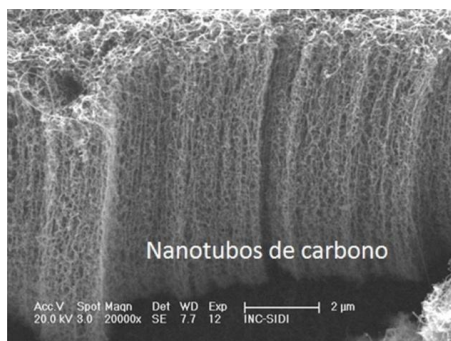


Fig. 2.3.6. Nanotubos vistos en microscopio electrónico

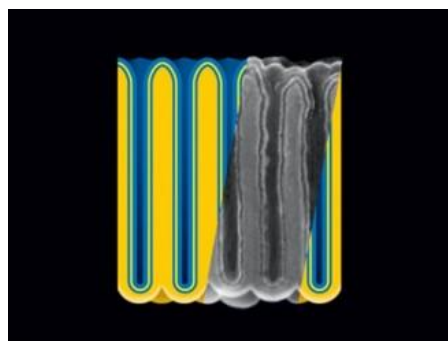


Fig. 2.3.7. Sección de ultracapacitor con nanotubos vistos en microscopio electrónico y representación esquematizada donde se aprecia ánodo, cátodo y dieléctrico.

²⁰ Ver glosario de términos

2.4 Baterías Ion Litio

La batería de iones de litio (Fig. 2.4.1), también denominada batería Li-Ion, es un dispositivo diseñado para almacenamiento de energía eléctrica que emplea como electrolito, una sal de litio que procura los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo.

Las propiedades de las baterías de Li-ion, como la ligereza de sus componentes, su elevada capacidad energética y resistencia a la descarga, junto con la ausencia de efecto memoria o su capacidad para funcionar con un elevado número de ciclos de regeneración, han permitido el diseño de acumuladores livianos, de pequeño tamaño y variadas formas, con un alto rendimiento, especialmente adaptados a las aplicaciones de la industria electrónica de gran consumo. Desde la primera comercialización de un acumulador basado en la tecnología Li-ion a principios de los años 1990, su uso se ha popularizado en aparatos como teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores portátiles y lectores de música.

Sin embargo, su rápida degradación y sensibilidad a las elevadas temperaturas, que pueden resultar en su destrucción por inflamación o incluso explosión, requieren en su configuración como producto de consumo, la inclusión de dispositivos adicionales de seguridad, resultando en un costo superior que ha limitado la extensión de su uso a otras aplicaciones.



Fig. 2.4.1. Batería de Ion litio, para aplicaciones de servicio pesado

Consideraciones sobre Ultracapacitores y Baterías

Se utilizaron baterías de Li-on dadas sus características de confiabilidad, densidad energética, ciclaje y duración, con respecto a los otros tipos de baterías existentes en el mercado, se conoce los problemas que suscita esta tecnología en cuanto a reciclaje y su alta capacidad de daño ecológico si no se hace el anterior proceso de manera adecuada, pero dado un análisis que se hizo respecto a sus cualidades contra sus desventajas ésta quedó como la mejor opción.

Como se puede apreciar en la Figura 2.4.2., gráfica comparativa de sistemas de almacenamiento de energía y propulsión, tomando en cuenta densidad energética y densidad de potencia que pueden suministrar, destacado en zonas de achurado, se aprecia que actuando juntos ultracapacitores y baterías de Li-on se complementan para aportar características cercanas a los vehículos de combustión interna.

Lo anterior junto con lo dicho en el los capítulos 2.3 y 2.4, sobre baterías y ultracapacitores, proporciona un sistema innovador de almacenamiento de energía inédito a nivel nacional, siendo de los primeros en adoptarlo para un vehículo automotor.

En esta tesis no se anexa lo referente al cálculo energético del sistema de almacenamiento por ser parte del saber hacer (Know how) del grupo y es guardado como secreto industrial, siendo probada su fiabilidad en los prototipos realizados.

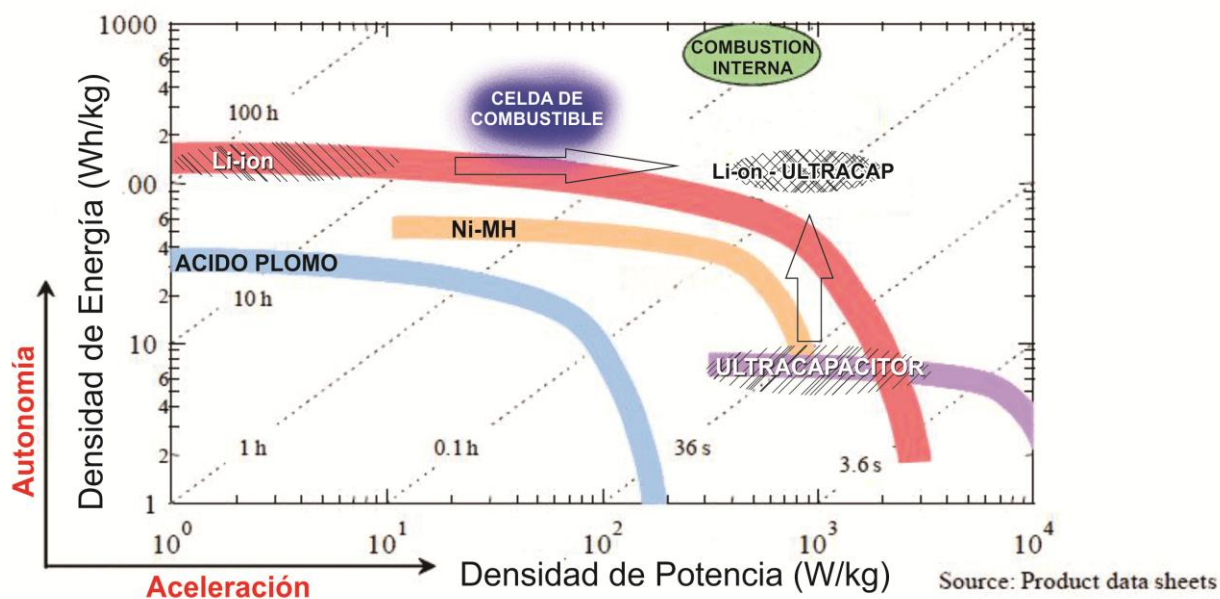


Fig. 2.4.2. Grafica comparativa de sistemas de almacenamiento de energía y propulsión, tomando en cuenta densidad energética y densidad de potencia que pueden suministrar, donde destacado en zonas de achurado se aprecia que actuando juntos ultracapacitores y baterías de Li-on se complementan para aportar características cercanas a los vehículos de combustión interna

2.5 Optimizar el uso de acero para la construcción del cuerpo del autobús mediante el uso de FEA y CAE

El desarrollo del cuerpo del vehículo se definió desde un principio con el tipo de material a utilizar, esto por los requerimientos de la empresa debido a sus actuales métodos constructivos con perfiles tubulares cuadrados y/o rectangulares de diversos calibres y medidas de ACERO 1010 en su mayoría, el cual mediante el adecuado diseño de volúmenes para el habitáculo confrontados con las necesidades motrices y de maniobrabilidad permitieron el desarrollo conjunto entre Diseño Industrial e Ingeniería Mecánica y de Estructuras, que dieron lugar a una estructura ligera y resistente, ayudados con la retroalimentación que ofrecía la comprobación de sus características por medio de programas CAE y de análisis de elementos finitos (por sus siglas en inglés: Finite Element Analysis, FEA) realizado a través del programa de cómputo ANSYS. Herramientas que si bien resultan existentes y con relativa accesibilidad requieren para su uso de un conocimiento profundo sobre el comportamiento de los esfuerzos, cargas y resistencia de los materiales en el vehículo propuesto, así como de geometría, matemáticas, desarrollo de estructuras y puntos críticos.

Además para poder desarrollar el vehículo no se confió en los valores de resistencia dados por los proveedores, fue necesario hacer ensayos mecánicos de resistencia en los materiales usados regularmente por la empresa DINA, así como también de las soldaduras, en probetas en un laboratorio para determinar en la realidad los parámetros de los materiales y uniones para el diseño.

El resultado con la aplicación de FEA es la optimización de la construcción del cuerpo del autobús mediante la racional colocación de material con la geometría y características necesarias que permitiera la eficiente conformación del autobús.

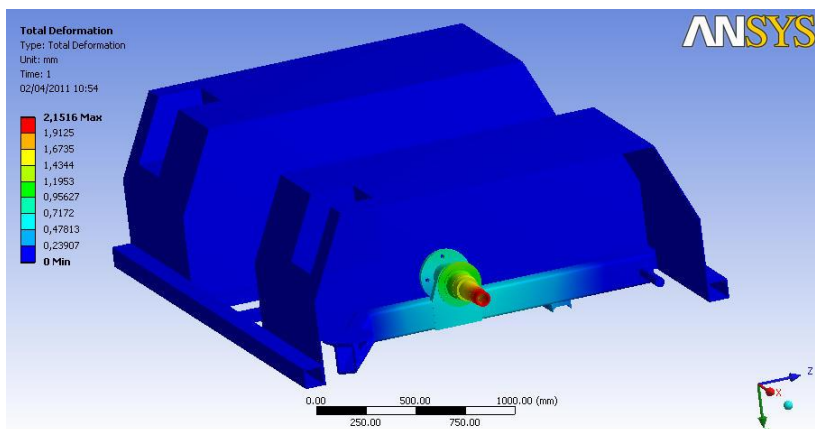


Fig. 2.5.1. Simulación ANSYS preliminar del semieje y suspensión, para determinar el material necesario para que resista y cumpla su función

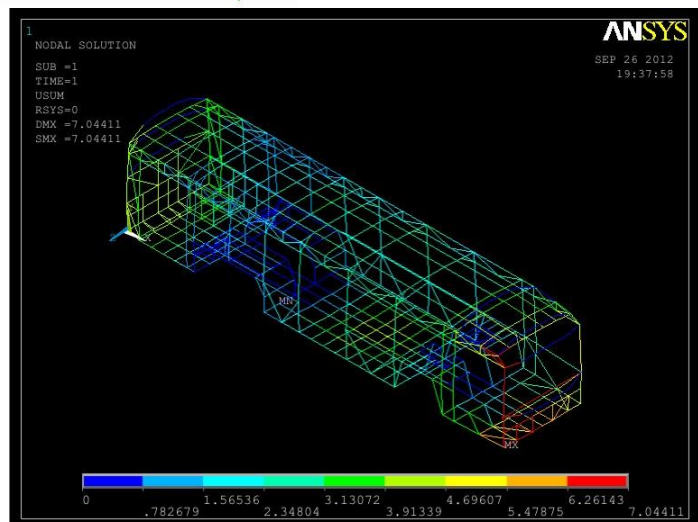
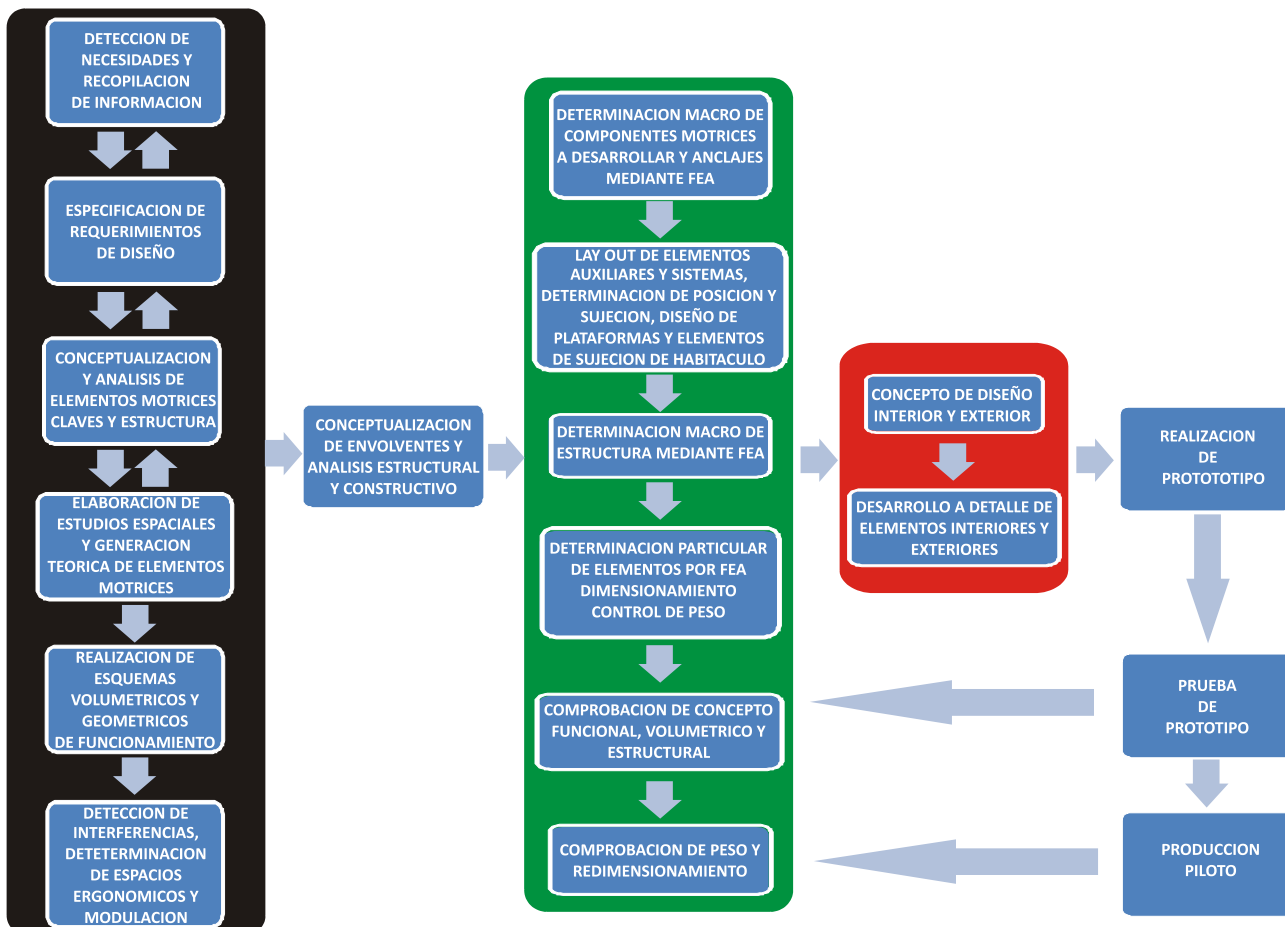


Fig. 2.5.2. Simulación de toda la estructura de manera alámbrica para determinar la ubicación y características de los elementos estructurales

3. Proceso de diseño y plan de trabajo

Proceso de diseño

El proceso de diseño y plan de trabajo aplicado, fue el siguiente, descrito paso a paso de manera general:

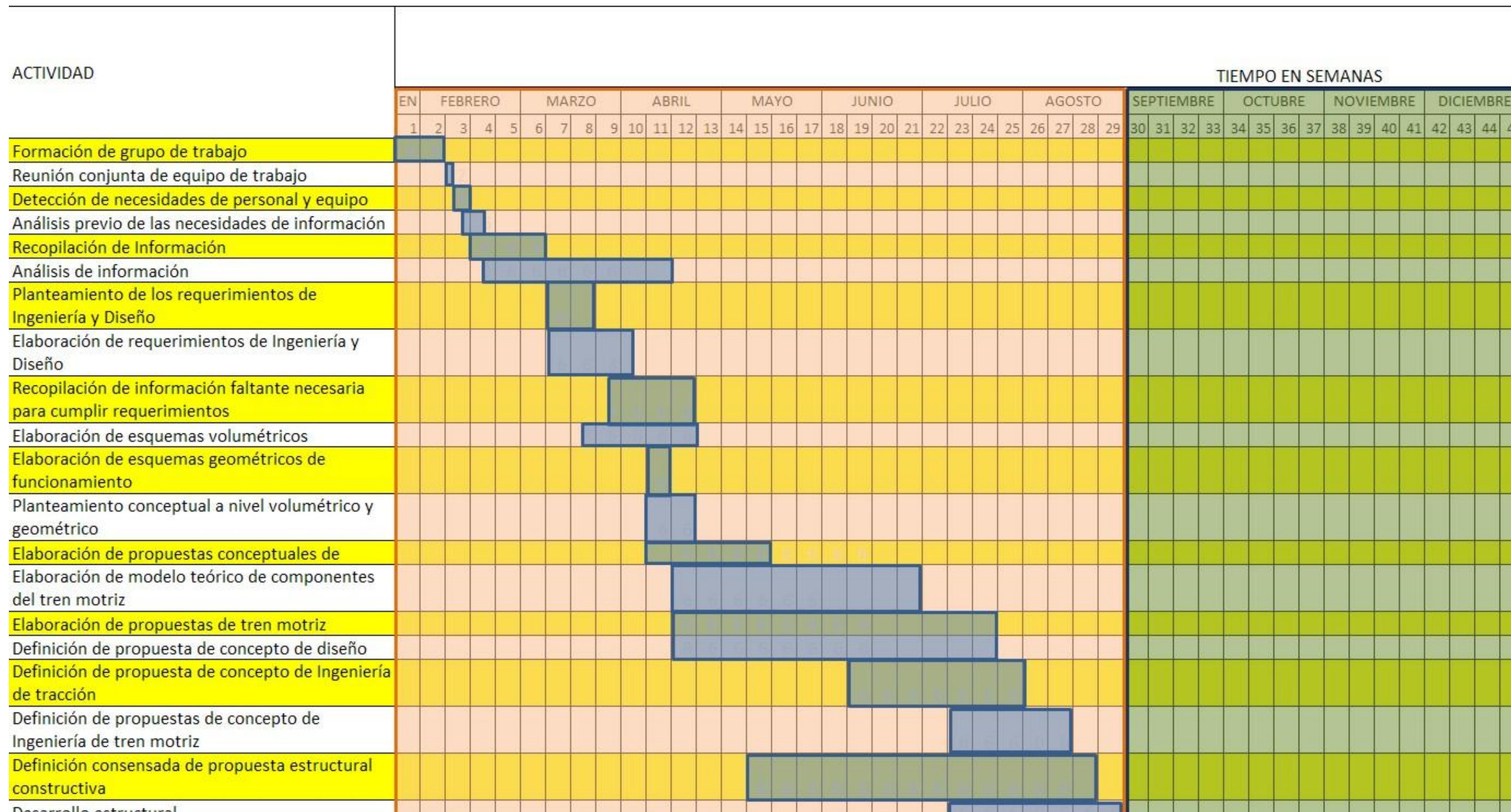


Duración total del proyecto y duración programada

La duración programada del proyecto fue de 16 meses, como lo indica el cronograma pero en realidad las actividades duraron 21 meses, la diferencia entre lo programado y lo real se debió en su mayor parte al aumento de complejidad de los proyectos originalmente planteados en el convenio y los que finalmente se realizaron, lo que requirió ajustes de tiempo y gastos del proyecto, el aumento de cinco meses más, obligaron a pedir una prórroga para la entrega a CONACyT, la cual fue concedida dado el aumento de los alcances de los proyectos y el conocimiento previo que tenía el evaluador de la capacidad del grupo.

Si se considera la complejidad y el haber empezado desde cero con tan escasos recursos de todos los tipos y las condiciones no propicias que se presentaron, el GDVEUAM que posibilitó el desarrollo hizo un gran trabajo y en un tiempo record, con un incremento de tiempo de aproximadamente un 30%, que es una proeza en lo técnico y organizacional, y habla muy bien del profesionalismo del equipo y del liderazgo asumido, proporcionalmente el proyecto costó aproximadamente un 50% menos que un autobús desarrollado por la misma empresa con mucho menor complejidad tecnológica, en un tiempo 30% menor y con una gran cantidad de obstáculos institucionales, humanos, de recursos y de la misma empresa.

Cronograma de Actividades de los Proyectos



Proceso de Diseño

3.1 Formación de grupo de trabajo

Se contactaron y convocaron a los posibles integrantes del grupo de trabajo, se compruebaron su disponibilidad e interés y si lo anterior es de carácter positivo se les explicó su trabajo y su papel dentro del proyecto, así como su posible remuneración, el tiempo y alcances de su participación, citándolos para una reunión, se aprovechó este primer contacto para solicitar recomendaciones de profesionales para el proyecto para ampliar, complementar y disponer de opciones para integrar el equipo de trabajo.

Se recibieron currículos y se entrevistaron a los aspirantes no conocidos, seleccionándose de acuerdo con el perfil de necesidades del proyecto. Se convocaron a los seleccionados a la reunión inicial de trabajo.

Los Criterios de selección

La selección se hizo con base en:

- Experiencia
- Conocimiento
- Intereses
- Afinidad
- Disponibilidad a trabajar en equipo

3.2 Reunión conjunta de equipo de trabajo

La reunión consistió en una presentación formal de los integrantes del proyecto, que incluyeron nombre, resumen curricular y manifestación breve de interés.

Exposición general del proyecto y la metas a alcanzar, explicación de la metodología de trabajo, sesión de preguntas y respuestas.

Se definieron las condiciones generales de trabajo (sueldo, horario, disponibilidad, entre otras).

Se acordaron conjuntamente la organización de los equipos de trabajo para iniciar las siguientes fases del proyecto.

3.3 Detección de necesidades de personal y equipo

Por parte del equipo inicial, se detectaron problemas relacionados con deficiencias de personal necesario para llevar a cabo el proyecto y sobre las actividades faltantes en el programa, se evaluaron y siguieron mejoras en el equipo de trabajo, acordándose los cambios, adecuaciones y soluciones.

3.4 Análisis previo de las necesidades de información

Reuniones del grupo y subgrupos de trabajo donde se determinaron las necesidades de información, fuentes de información, investigaciones de campo, de gabinete, pruebas preliminares, etc.

3.5 Recopilación de Información

Recopilación de información determinada en el paso anterior, valiéndose de las fuentes y técnicas necesarias, en esta fase también se ampliaron las necesidades de más información, la cual debió ser solventada en esta etapa.

Esta etapa requirió en muchos casos el levantamiento de información en campo, que para el caso específico se procedió al levantamiento de información directa de los vehículos, componentes, sistemas y subsistemas de estos como son el motriz, neumático, eléctrico y electrónico. Así como de las configuraciones y componentes del nuevo sistema motriz y de alimentación.

Se acopió la información actualizada de zonas, medidas y volúmenes necesarios para la actividad humana en el vehículo para su ascenso y descenso, transportación, conducción, mantenimiento y desenvolvimiento en las vialidades, aceras, lugares de encierro, datos ergonómicos que faciliten la adecuada manipulación y operación del vehículo por parte de pasajeros, conductor, personal de limpieza, mantenimiento, peatones, usuarios en espera de abordar, conductores de otros vehículos y todos aquellos humanos que interactúen directa o indirectamente con el vehículo.

Se revisó y recolectó la normatividad, lineamientos locales nacionales e internacionales sobre vehículos de este tipo y análogos, así como de los componentes motrices y sistemas del vehículo.

3.6 Análisis de información

Recopilada la información se procedió a jerarquizarla, dividirla por interés, pertinencia, sistemas, subsistemas y componentes, se organizó en archivos electrónicos y en carpetas integradas por la información impresa.

Se procedió a organizarla en un índice que estará a disposición del grupo de trabajo para su fácil consulta y en su caso integración de información.

3.7 Planteamiento de los requerimientos de Ingeniería y Diseño

Con base en el punto anterior se procedió a plantear de manera cualitativa y cuantitativa las condiciones generales a los que habrá de ajustarse el diseño del vehículo.

3.8 Elaboración de requerimientos de Ingeniería y Diseño

Tomando en cuenta el marco de referencia de la etapa anterior se elaboró y específico los rangos cualitativos (que sean medibles) y cuantitativos sobre los cuales se desarrollará el proyecto, divididos en:

Uso

- Rendimiento dinámico
- Rendimiento energético
- Ambientales
- Antropométricos
- Ergonómicos
- Operacionales
- De seguridad

Función

- Sistemas
- Subsistemas
- Componentes

Mercado

- Precio
- Competencia
- Rendimiento
- Costo de operación

- Costo de infraestructura
- Comercialización

Productivo

- Costo de fabricación
- Factibilidad productiva
- Beneficios obtenidos por unidad

Y que sirven de referencia para su evaluación a lo largo de las siguientes etapas.

También se realizaron distribuciones (layouts) iniciales del vehículo para tener una visión global del conjunto y sus partes principales y aquellos componentes que no serán modificados.

3.9 Recopilación de información faltante necesaria para cumplir requerimientos

En las etapas 3.6, 3.7 y 3.8 se detectó información faltante necesaria para complementar los requerimientos y proseguir con las otras etapas, por lo que en esta etapa se destinó parte del esfuerzo en paralelo con las etapas siguientes para hacerse de la información faltante.

3.10 Elaboración de esquemas volumétricos

Tomando en cuenta la información y requerimientos se procedió a elaborar esquemas virtuales volumétricos de la unidad, donde se tomaron en cuenta los requerimientos y los componentes que la integrarán, para el caso de que existieran dudas y no se pudiera apreciar de manera virtual los espacios, zonas y volúmenes, se procediera a realizar modelos y zonas que delimitaran los espacios habitables, funcionales y de operación que permitieran comprobaciones escala 1:1.

Se elaboró en esta etapa la distribución y colocación inicial de zonas, espacios y volúmenes del habitáculo, sistemas, subsistemas y componentes a ser empleados, los espacios de habitabilidad y operación del vehículo y sus partes que lo componen como son asientos, pasamanería, escaleras, controles e indicadores en tableros, así como la ubicación de piezas y componentes motrices, sistemas de asistencia y control de la unidad.

3.11 Elaboración de esquemas geométricos de funcionamiento

Con la colocación y distribución determinados en el anterior paso, se procedió mediante la elaboración de modelos virtuales y modelos a diferentes escalas incluida la real, a detectar rangos de funcionamiento de partes, componentes, subsistemas y sistemas, detectándose interferencias, zonas de paso, espacios, zonas habitables y de operación.

Se elabora un modelo virtual para su evaluación a priori de la dinámica y comportamiento en circulación vial.

Se hace una distribución (layout) base para el desarrollo posterior

3.12 Planteamiento conceptual a nivel volumétrico y geométrico

Definir detalladamente las dimensiones a las que se ajustará, habitáculo, cabina, estructura, diseño de la unidad y sus sistemas, subsistemas y componentes, así como su colocación y ensamble.

3.13 Elaboración de propuestas conceptuales de Diseño

Con base en los esquemas de espacio y distribución de componentes se procedió a conceptualizar el diseño de la unidad, definiéndose sus aspectos estéticos, semióticos y de interface con el ser humano.

En esta etapa se elabora los bocetos de las alternativas del concepto del vehículo de su interior paneles, compartimentos y exterior, se procede a seleccionar una y se desarrolla a nivel de concepto, lo que incluirá representaciones bidimensionales, modelados virtuales y modelos a escala.

3.14 Elaboración de modelo teórico de componentes del tren motriz

Se elaboraron los cálculos específicos y comprobación parcial en el equipo que incluyó:

- Revisión y familiarización del equipo, comprobación del estado del equipo, operación, tipo de componentes y arquitectura, funcionamiento, particularidades, capacidad, precauciones, instrucciones y restricciones.
- Determinación de las modificaciones del equipo eléctrico, electrónico y mecánico, con base en la anterior actividad se planteron las modificaciones necesarias para la aplicación del equipo, se analizaron las mejoras y afectaciones, la utilidad o el desecho de ciertos componentes, la necesidad de agregar o modificar componentes, tipos de interfaces y posibilidad de desarrollo de software, etc.
- Pruebas en vacío del equipo (sistemas), se comprobó el funcionamiento del equipo y parámetros operativos del equipo, se harán pruebas preliminares, se detectan obstáculos y oportunidades.
- Planteamiento de modificaciones y adecuaciones al equipo eléctrico y electrónico, el desarrollo teórico a detalle de las adecuaciones y adiciones de equipo para su funcionamiento en la aplicación.

3.15 Elaboración de propuestas de tren motriz

Con los componentes y sistemas motrices, se elaboró una propuesta de tren motriz, tomando en cuenta lo aportado en las etapas de la 3.10 a la 3.14, y un montaje virtual de éstos.

3.16 Definición de propuesta de concepto de diseño

Se realizaron alternativas a detalle de piezas y partes del interior, exterior, accesos, cabina, controles y compartimentos para la adecuación e incorporación del sistema motriz al vehículo y para el diseño del vehículo.

Con base en las necesidades y requerimientos funcionales y de diseño se tomó la determinación sobre las modificaciones y/o generación de componentes y piezas.

3.17 Definición de propuesta de concepto de Ingeniería de tracción

Se realizaron alternativas a detalle de piezas y partes del sistema motriz, para su incorporación al vehículo.

Con base en las necesidades y requerimientos se tomó la determinación sobre las modificaciones y/o generación de componentes y piezas.

3.18 Definición de propuestas de concepto de Ingeniería de tren motriz

Se realizan alternativas a detalle de piezas y partes del tren motriz, compuesto por los ejes, diferencial, suspensión, dirección, frenos, y los sistemas neumático y eléctrico, para su incorporación al vehículo. Con base en las necesidades y requerimientos se tomó la determinación sobre las modificaciones y/o generación de componentes y piezas.

3.19 Definición consensada de propuesta estructural constructiva

Con base en las etapas de la 3.10 a la 3.18, se propuso junto con el cálculo de las cargas estáticas y dinámicas, las vibraciones teóricas posibles, sobre todo la del habitáculo, definiéndose un esquema con perfiles comerciales y de diseño especial, formando una estructura que soportase las solicitaciones de operación y seguridad generándose un modelo virtual a ser modelado, validado y modificado con la ayuda de un software de **CAD** y **FEA**, obteniendo puntos críticos para su desarrollo a detalle.

Se validaron en laboratorio probetas de ensambles y soldaduras, retroalimentando con esos datos el modelo hasta que se alcanzaron los niveles adecuados de resistencia en la estructura.

3.20 Desarrollo estructural

Tomando en cuenta la etapa 3.19 se desarrolló a detalle la estructura del autobús híbrido, definiendo en planos sus piezas, componentes, su construcción y especificaciones, adecuándose a la capacidad constructiva de la empresa. Se realizaron planos de taller para la construcción del prototipo.

3.21 Desarrollo de interfaces y apariencia

Se desarrolló a detalle el habitáculo y el exterior del autobús híbrido, compartimentos, pasamanería y distribución de asientos, definiendo en planos sus piezas, componentes, su construcción y especificaciones, adecuándose a la capacidad constructiva de la empresa. Se realizaron los planos de taller para la construcción del prototipo.

3.21.1 Desarrollo de unidad a nivel cabina interior

Tomando en cuenta las etapas previas se desarrolló a detalle la zona de la cabina interior, sus piezas y componentes, definiendo en planos su construcción y especificaciones, tomando en cuenta las partes de recubrimiento y estructura del exterior de la cabina y, se adecua a la capacidad constructiva de la empresa. Se realizaron los planos de taller para la construcción del prototipo.

3.21.2 Desarrollo de unidad a nivel exterior

Tomando en cuenta las etapas previas se desarrolló a detalle el exterior, concha delantera y trasera, sus piezas y componentes, definiendo en planos su construcción y especificaciones, tomando en cuenta las partes de recubrimiento y estructura, adecuándose a la capacidad constructiva de la empresa. Se realizaron los planos de taller para la construcción del prototipo.

3.22 Construcción de prototipo

Con base en la información liberada de las etapas anteriores se construyó el prototipo.

3.23 Pruebas de prototipo

Se realizan pruebas de uso y función, las pruebas destructivas se realizarán en modelos funcionales, el objetivo de las pruebas fue comprobar su comportamiento, seguridad y fiabilidad.

3.24 Planteamiento de modificaciones de diseño y constructivas con base en la construcción del prototipo y las pruebas

Con los datos de la experimentación con el prototipo se plantearon las mejoras y modificaciones que permitieran superar sus deficiencias y mejorar las características del vehículo.

3.25 Realización de modificaciones a nivel de planos

Se realizaron las mejoras y modificaciones detectadas en la etapa anterior a nivel de planos y modelos.

3.26 Puesta a punto y validación de prototipo

En la medida de lo posible se incorporaran las mejoras en el prototipo dejándolo listo para pruebas en servicio e inicio de producción.

3.27 Modificaciones de experiencia de prototipo

Realizar a nivel de plano todas las modificaciones y mejoras detectadas durante el desarrollo del proyecto, la construcción del prototipo y la prueba de éste.

4. Análisis y Requerimientos

4.1 Decisiones iniciales del concepto de diseño (pasos del proceso 3.6 y 3.7)

El análisis de la investigación determinó que la capacidad en horas de mayor demanda para un vehículo sencillo debería ser de entre 90 a 100 pasajeros, con una concentración realista de un mínimo de 8 pasajeros por metro cuadrado. Bajo estas especificaciones y con las limitantes normadas de ancho para vehículos de este tipo no mayor de 2.6 metros, resultó una unidad de 11 a 12 metros de longitud.

La empresa DINA nos limitó en cuanto la utilización de materiales de la estructura del cuerpo del vehículo al acero, por su experiencia y la adecuación de su planta productiva al uso de este, aunque lo más adecuado para este tipo de desarrollos es utilizar aluminio. Dado lo anterior se tiene por experiencia en desarrollos previos que un autobús a diésel fabricado con acero tiene una relación peso por longitud, de 1 metro por tonelada, lo cual de entrada nos dejaba un peso vehicular de aproximadamente 11 a 12 toneladas, si a esto le agregamos el peso de pasajeros tipo que para fines prácticos es en promedio según la ONU y la UITP de 68 a 70 kg por pasajero respectivamente, y se toma este último dato nos da que la carga útil resulta de entre 6,300 a 7,000 kg incluyendo en este caso al operador o conductor en los 90 ó 100 pasajeros.

Por tanto el peso bruto vehicular (PBV) estaría entre los 17,300 a 18,000 kg, eso sin contar que esta unidad debería llevar el peso extra de baterías y supercapacitores, y tomando como equivalente la planta de energía para el híbrido con el motor y transmisión del autobús de diésel normal, se incrementó para el caso del híbrido por lo menos una tonelada, por tanto el PBV sería de entre 18,300 a 19,000 kg.

El vehículo se plantea como BRT, lo que requiere de por lo menos dos puertas dobles de un ancho de claro libre de 1.2 metros, esto es incompatible con una unidad de 11 metros, dadas las configuraciones vehiculares posibles al quererse aprovechar el volado delantero, por lo tanto debería de ser de 12 metros.

Quedando finalmente un peso aproximado de 19,000 kg, peso alto para poder ser movido con motores estándar en cuanto a consumo y tamaño adecuado para la aplicación.

Por lo que se requería reducir el peso del cuerpo del autobús incluyendo baterías a no más de 12 toneladas, lo que solicitaba mejorar el diseño para no rebasar ese peso.

Se contempló usar motores síncronos de imanes permanentes que hubieran facilitado el reducir peso y volumen, pero el costo de éstos era mayor los asíncronos normales, lo que decantó la decisión por estos últimos.

No menos importante fue el determinar qué tipo de sistema de tracción se ocuparía, dada la necesidad de BRT, se contempló el que la unidad contase con tres puertas dobles para tal fin, una en el volado trasero, otra entre ejes y una más en el volado delantero, además que todas ellas estuvieran unidas con un pasillo al mismo nivel sin obstáculos o desniveles, por tanto el único sistema que permitía todo esto de manera adecuada, era el de un motor por cada rueda impulsora.

4.2 Cálculos iniciales (pasos del proceso 3.6 y 3.7)

Dimensionamiento del sistema de tracción

DENOMINACION DE CONSTANTES Y RESULTANTES	DESIGNACION	VALOR ASIGNADO PARA CALCULO	CONVERSION	UNIDADES	FORMULA	RESULTADOS	UNIDADES	RESULTADOS	UNIDADES
Pendiente	ang	3°	0.052	rad	$ang\ X\ \frac{ang\ x\ \pi}{180}$				
Peso Bruto Vehicular	PBV	19000	19,000.0	kg					
Velocidad carga máxima	V	45 Km/h	12.5	m/s	$V = \frac{V\ x\ 1000}{3600}$				
Número de ruedas de tracción	NR	6	6.0						
Radio de las llantas	re	0.5	0.5						
Factor de rozamiento (Esfuerzo a la rodadura)	MK	0.033	0.033						
eficiencia del motor	EF	0.95	0.950						
RESULTANTES									
Fuerza de Rozamiento	FR		626.1	kg	$FR = PBV\ x\ COS(ang)\ x\ MK$				
Carga resultante de la Pendiente	Fx		994.4	kg	$Fx = PBV\ x\ SEN(ang)$				
Fuerza resultante	F		1,656.3	kg	$F = Fx + FR + (R/9.81)$	16,248.4	N		
Potencia Resultante	P		203,104.6	Watt	$P = F\ x\ 9.81\ x\ V$	203.1	Kw	272.26	hp
Par Motor	M		8,124.2	Nm	$M = F\ x\ re$	71,879.8	lb-in		
Potencia de los Motores	PM		213,794.3		$PM = \frac{P}{EF}$	213.8	Kw	286.59	hp
Potencia Motor	PMI		106,897.2		$PMI = \frac{PM}{2}$	106.9	Kw	143.29	hp
Par de un motor	Pa		35,939.9 4,060.66	lb-in Nm	$Pa = \frac{M}{2}$				
RPM	RPM		3.9	rpm	$RPM = \frac{V}{2\ x\ re\ x\ \pi}$	238.7	rpm		
RESISTENCIA AERODINAMICA AL AVANCE									
Superficie frontal autobús (estimada)	A		7.8	m²					
Densidad del aire a 25°c y con 25% de humedad relativa	d		1.2	kg/m³					
Velocidad máxima	V		12.5	m/s					
Cx promedio Autobuses Urbanos	Cx		0.49						
Resistencia aerodinámica al avance	R		351.03	N	$R = 0.5\ x\ d\ x\ V^2\ x\ A\ x\ Cx$				

Cálculos para superar la inercia

DENOMINACIÓN	DESIGNACION	VALOR	UNIDAD	FORMULA
Par motor necesario para vencer inercia	Pi	3,075.44	Nm	$Pi = PBV \times 9.81 \times MK$
Potencia motor	Po	44,742.00	W	Tomada de las especificaciones
Velocidad angular rueda	va	14.55	rad /s	$va = \frac{Po}{Pi}$
Par motor del motor	Pm	239.36	Nm	Tomada de las especificaciones
Velocidad angular necesaria en acople directo	vad	186.92	rad /s	$vad = \frac{Po}{Pm}$
Relación necesaria para igualar velocidad angular rueda	Re	12.85	relación	$Re = \frac{vad}{va}$
Con factor de seguridad	Relación	15.42: 1	relación final	$Re \times 1.2$

Los datos anteriores son sólo un ejemplo de las simulaciones con diferentes parámetros que se realizaron con ayuda del programa Excel, que arrojaron las necesidades básicas de potencia y par del sistema, con base en ello se determinó que tipo de motores de los disponibles se podían usar para el autobús en cuanto a su potencia y par, pero esto requería de un ajuste además con las necesidades de diseño extremadamente comprometidas con los espacios y dimensiones. Se estableció que con base en los cálculos ningún motor del tipo a utilizar podía dar el par requerido, por tanto se calculó un reductor o multiplicador de par, lo que arrojó una relación de transmisión de 15:1, esto es por cada 15 vueltas del motor la rueda tracción debe dar una. Después se confirmó con la curva de par del motor y las condiciones de carga, pendientes y velocidad de manera dinámica con el programa Excel.

Aclaraciones sobre la potencia y par de motores eléctricos

Si se analiza la potencia de los motores eléctricos que se utilizaran desde un punto de vista comparativo con un motor a diésel, se puede caer en el error de llegar a la conclusión que la potencia especificada por el fabricante de los motores eléctricos es insuficiente, ya que es de 60 HP por motor, lo que por los dos da 120 HP, cuando el mínimo necesario sería de 210 HP en un motor de combustión interna. Esto se explica porque la potencia nominal dada por el fabricante es sin el uso de inversor con una corriente y voltaje estándar y a una frecuencia de 60Hz (60HP @ 1770 rpm y 60 Hz), cuando se utiliza el motor con un inversor se pueden manipular los parámetros de corriente, voltaje y sobre todo frecuencia, lo que genera que a 120 Hz, la potencia aumente alrededor de los 120 HP (120 HP @ 3540 rpm y 120 Hz) lo que da una potencia por los dos cercana a los 240 HP, suficiente para la aplicación. Por otro lado el par motor de los motores eléctricos también cambia con la adopción de los inversores proveyendo el par necesario en una proporción mayor que la que podría dar un motor diésel.

De hecho para la aplicación se lleva a los motores eléctricos a 194 Hz, con lo que se obtienen 5,726 rpm por motor, dando una velocidad máxima resultante de cerca de 70 Km/h, que para un BRT urbano es más que suficiente puesto que su velocidad promedio normal estará entre los 35 a 50 Km/h.

Como resultado se escogió entre los motores que ofertaba la empresa WEG, uno de línea pero de diseño especial que tenía la potencia y par necesarios con las dimensiones exteriores más contenidas, el 326T.

Output		Rated speed (rpm)	Frame	Full load current In (A)			Locked Rotor Current		Full Load Torque (ft.lb)	Locked Rotor Torque Tl/Tn	Break-down Torque Tb/Tn	Efficiency			Power Factor			Inercia J (lb.ft ²)	Allowable locked rotor time (s)		Weight (lb)	Sound dB(A)
				At 230 V	At 460 V	At 575 V	Code	II/In				% of full load			50	75	100		Hot	Cold		
60	45	3550	326TS	138	69.0	55.2	F	6.0	87.6	2.1	2.3	92.4	93.0	93.0	0.82	0.87	0.88	5.32	17	37	584	76
60	45	3550	364/5TS	135	67.5	54.0	G	6.3	87.6	2.0	2.4	91.7	93.0	93.0	0.84	0.89	0.90	8.51	15	33	807	80
60	45	3550	404/5TS	135	67.5	54.0	F	6.2	87.6	1.9	2.4	91.7	92.4	93.0	0.84	0.89	0.90	8.51	19	42	882	80
60	45	1770	326T	142	71.0	56.8	G	6.0	176	2.1	2.4	93.0	93.6	93.6	0.73	0.81	0.85	9.16	14	31	595	68

2E	2F	H	BA	A	B	C	D	G	J	O	K	P	T	S	R	ES	N-W	U	AB	HB	HF	HG	HH	HK	LL	LM	AA	d1	D.E.	N.D.E.
12.50	12.00	0.66	5.25	15.16	14.57	31.12	8.00	1.30	3.19	15.95	3.19	15.83	2.44	0.50	1.84	3.94	5.25	2.13	12.48	4.811	8.708	-	11.25	4.645	8.976	8.543	NPT 2"	A4	6312 C3	6212 C3
317.5	304.8	16.7	133.4	385.0	370.0	790.3	203.2	33.0	81.0	405.2	81.0	402.0	62.0	12.7	46.8	100.0	133.4	54.0	317.0	122.2	221.2	-	285.8	118.0	228.0	217.0				

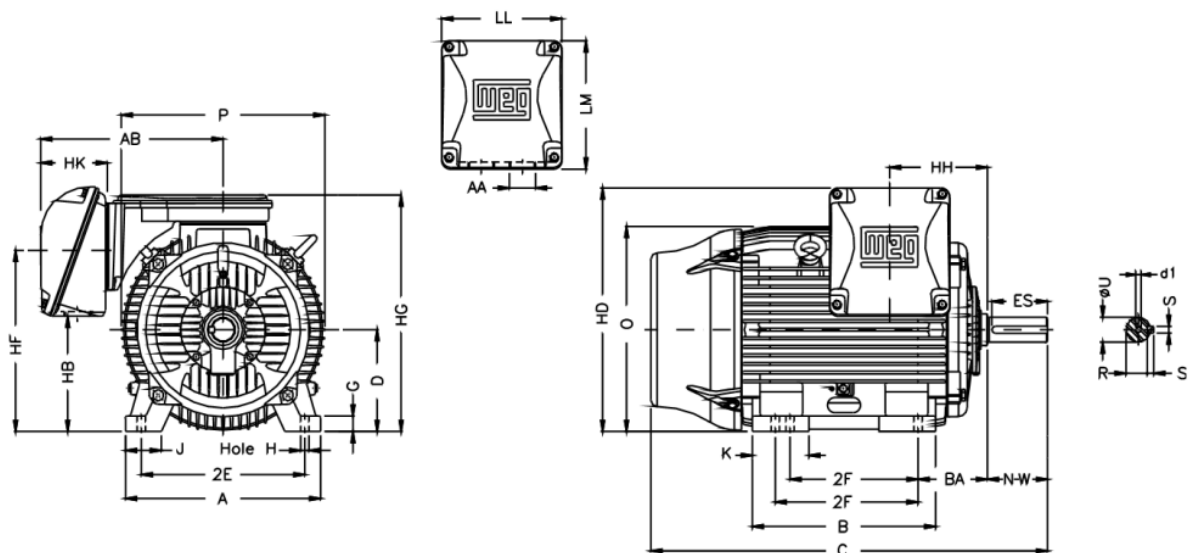


Fig. 4.1. Especificaciones del catálogo de motores asíncronos de la empresa WEG

4.3 Requerimientos Generales (pasos del proceso 3.8)

Requerimientos Generales

El autobús y en particular su diseño, debe responder a los criterios enunciados, considerando aspectos como sus especificaciones técnicas motrices y habitáculo; velocidad máxima y media de viaje; gasto energético por kilómetro recorrido; capacidad de pasajeros; maniobrabilidad y capacidad de maniobra; mantenimiento preventivo y correctivo; índices de contaminación; y dispositivos de seguridad, entre otros.

La propuesta definitiva deberá generar un concepto de diseño industrial con el conjunto motor, reductor suspensión de la manera más compacta y funcional que sea posible con la tecnología disponible, con ello tener un punto de partida para ir integrando el diseño.

Para realizar un adecuado diseño en los 12 metros de longitud, se requiere definir volúmenes y ubicar los ejes, tomar en cuenta la interacción de: las dimensiones del autobús base, la distribución de pasajeros, para esto la colocación de los ejes deberán soportar adecuadamente el peso del vehículo, permitirle la maniobrabilidad a los lados para girar con radios de giro iguales o más pequeños a los ya existentes, la habilidad de vadeo (pasar por rampas, topes y vados) tomando en cuenta su altura de la parte inferior al suelo, ángulos de entrada, salida y dimensiones del voladizo delantero y trasero dentro de la norma, para evitar que al subir una rampa o pasar un tope la zonas central (entre ejes), frontal (volado delantero) o posterior (volado trasero) peguen con algún desnivel de la misma vialidad o con alguna rampa, todo esto condicionado por un ancho de puertas normalizado, a las que debe preverse su mecanismo y accionamiento, el acomodo y espacio para pasajeros (asientos y zonas para viajar de pie), el espacio y zonas del conductor del vehículo, la modulación y acomodo de elementos estructurales.

Otro aspecto a tomar en cuenta es el acomodo de piezas y componentes y su interacción entre sí y con otras partes y zonas del vehículo, es necesario simular recorridos y zonas de accionamiento de suspensiones, ejes, dirección, ruedas, puertas y escotillas de tal manera de prevenir interferencias y posibles daños.

Después someter el concepto de estructura a cálculos de esfuerzos para aproximar al resultado final.

Se enfrentó el reto bajo todas estas condicionantes de dotar a la unidad de un diseño interior y exterior agradable, funcional y moderno acorde a la tecnología que lo propulsa, teniendo además la limitante de utilizar parabrisas y luminarias de línea de la empresa DINA.

4.4 Requerimientos específicos (pasos del proceso 3.8)

4.4.1 Aspectos antropométricos y ergonómicos

Consideraciones

Los argumentos ergonómicos y antropométrico y las recomendaciones de los subcapítulos 4.4.1 a 4.5, son el resultado de aplicar estos conocimientos adquiridos en la práctica al realizar los lineamientos de vehículos para transportes colectivos de la Ciudad de México y la incorporación de criterios de la bibliografía consultada anexa en esta tesis sobre ergonomía y antropometría, así como los estudios y documentos especificados.

Además de lo anterior con los no menos importante conocimiento adquirido en los estudios, trabajos y revisiones, de vehículos, plantas y componentes, y las gestiones para acordar técnicamente los lineamientos con los fabricantes de vehículos para el transporte colectivo y autopartes, realizados por el D.I. Gerardo Rodríguez Morales y el D.I. José Juan Martínez Nates, en el período de 1991 a 1997 en el Departamento del Distrito Federal y después Gobierno del Distrito Federal, que dieron como resultado los lineamientos correspondientes publicados oficialmente de 1992 a 1996, derivados de los consensos y cabildos en comités técnicos entre Gobierno, la Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones (ANPACT) y la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), así como también con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de Gobierno Federal y las Autoridades del Estado de México, realizadas en parte en el seno de la Comisión Metropolitana de Transportes y Vialidad (COMETRAVI).

Así como la experiencia adquirida en el desarrollo de autobuses por el D.I. José Juan Martínez Nates en la empresa Mexicana de Autobuses S.A. de C. V. (MASA) hoy VOLVO de México y en los proyectos de desarrollo de vehículos de tracción eléctrica mencionados en los antecedentes.

Por lo general, las unidades de transporte colectivo en el mercado han sido desarrollos efectuados en corto tiempo, considerando en la mayoría de las ocasiones, estándares mínimos de dimensión, disposición de espacios interiores y de componentes; así como espacios interiores y exteriores no adecuados al ser humano. Factores de suma importancia que deben ser contemplados para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios a trasladar.

El que operen modos de transporte público que no tomen en cuenta al hombre en su integración, repercute en la aparición de problemas tales como, entre otros:

- Incremento en el uso de vehículos particulares, por tanto
- Crecimiento de la contaminación ambiental,
- Incomodidad, estrés y alteraciones de la conducta en los pasajeros trasladados,
- Elevación del número de accidentes;

Lo cual demanda considerar en toda su magnitud y aspectos al hombre, como parte fundamental en su diseño.

Los aspectos antropométricos han sido dentro de los factores humanos a considerar en todo diseño nacional, de los más descuidados, fabricándose tradicionalmente productos y modos de transporte fuera de una escala dimensional propia del mexicano.

El diseñador de modos de transporte colectivo en México, por lo general se encuentra con el problema de no conseguir información y documentación que marque o determine los parámetros antropométricos o dimensionales básicos del mexicano factibles de ser aplicados en los vehículos que diseñará, sea porque no existe un acervo informativo que trate el tema o porque la precaria documentación que existe se

fundamenta en estudios arquitectónicos, industriales, o generales, de una realidad muy diferente a la nuestra.

La falta de una planeación en la producción, evaluación de la funcionalidad y control de calidad de los productos nacionales, ha contribuido a que se deje a un nivel secundario llevar a cabo una seria investigación antropométrica, optando por tomar posturas empíricas con resultados poco o nada satisfactorios, siendo la causa u origen de graves problemas.

Se hace necesario aclarar que el contenido de los datos fue sólo una guía que aglutina información dimensional de usuarios, la cual sirve de apoyo al proceso de diseño y dimensionamiento básico de los vehículos para transportación colectiva de pasajeros; requiriendo comprobar las dimensiones propuestas dependiendo del caso particular de que se trate, a través de la realización programada de modelos de simulación a escala proporcional o natural, y de los resultados a las evaluaciones a que sean sometidos.

La Antropometría es la disciplina que se encarga del estudio en concreto de las medidas del cuerpo humano, apoyándose de la Estadística, Antropología, Biomecánica, Anatomía y Ciencias Sociales entre otras. Es fundamental que los diseñadores y los ingenieros consideren esas medidas en la proyección de sus productos.

La Antropometría estudia no sólo las dimensiones externas del cuerpo humano, encontrándose en reposo o posición estática, si no las dimensiones de su cuerpo en plena actividad. Además, la Antropometría en su sentido más amplio considera y comprende el estudio de todas las medidas que anatómica y fisiológicamente permiten al hombre desempeñarse adecuadamente. Tal es el caso de la medida del ruido que le permitirán al hombre trabajar sin perder su atención, la distancia a partir de la cual puede observar adecuadamente un determinado señalamiento, o la temperatura en que su trabajo no deja de ser ante una actividad específica lo suficientemente productivo, todo esto constituye a la ergonomía.

Recopilar datos antropométricos regularmente representa un largo y costoso proceso que requiere de personal capacitado y entrenado para realizarlo, máxime si se trata de obtener una muestra lo suficientemente amplia a nivel nacional.

Por lo general, los datos antropométricos se presentan a través de tablas, clasificadas en percentiles; es decir, se presenta la cantidad o frecuencia con la que se ajustan las medidas concretas del cuerpo de las personas de una muestra tomada, de una población o rangos previamente definidos, todo esto referido en porcentaje con respecto al total de la muestra. Los percentiles se ordenan de menor a mayor.

Un percentil 5°, refiere que el 95% de la población tiene medidas mayores, el percentil 95° indica que sólo el 5% de la muestra supera esa medida y el 95% tiene iguales o menores dimensiones (Fig. 4.4.1).

El ordenamiento de menor a mayor de las frecuencias de datos antropométricos, describe una gráfica en forma de campana de Gauss, en donde el punto medio que corresponde con la cresta define la media o percentil 50°.

El tomar el percentil 50° como el del hombre promedio, proyectando diseños en función a sus datos, trae como consecuencia graves errores de dimensionamiento que afectan a un 50% de la población o muestra considerada. Se recomienda que los datos de las tablas que deben de usarse en la mayoría de las ocasiones sean los percentiles extremos 5° y 95°, con el criterio de que la medida seleccionada se ajuste o funcione adecuadamente para la mayor parte de la muestra.

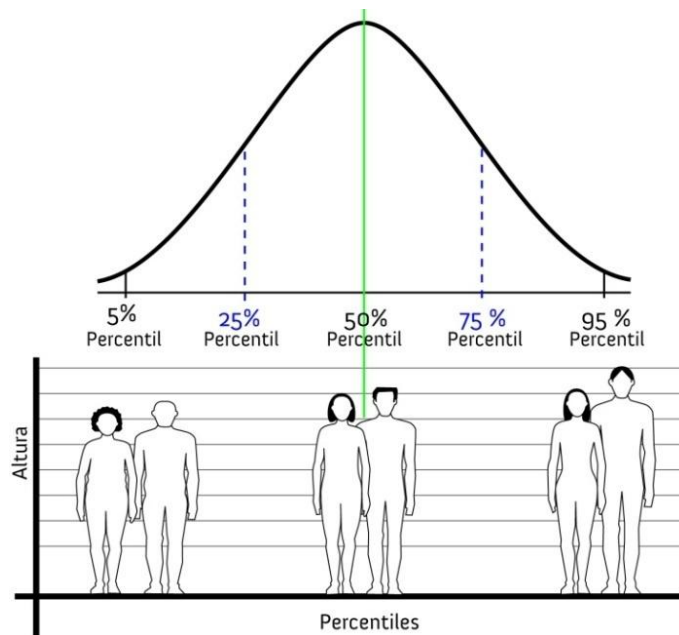


Fig. 4.4.1. Distribución de medidas de la población en percentiles, graficada mediante una campana de Gauss²¹

Con el fin de aclarar lo antes expuesto, se plantea a continuación el siguiente ejemplo: para diseñar el habitáculo de un autobús urbano de pasajeros la altura interior de su piso a toldo en su pasillo principal debe ser tal que puedan circular con relativa comodidad los usuarios, para lo cual es necesario tomar como referencia dimensional la estatura. Se aplican los datos de estatura de los usuarios de la muestra de percentil 5°, el 95% no circularán con comodidad, en el caso de utilizar el percentil 50°, el 50% de los usuarios difícilmente podrán circular, y si tomamos el percentil 95°, sólo el 5% presentará incomodidades.

Otro ejemplo sería la determinación de la altura del asiento, la cual está condicionada por la altura poplítea (punto de intersección de la parte interior del muslo y la pierna) encontrándose el usuario sentado. Se toman los datos del percentil 95°, el 95% de la población sufrirá de incomodidades debido a que las piernas quedarán colgando, se aplican los datos del percentil 50° el 50% tendrá el anterior problema, pero si se aplica el percentil 5°, el 95% se podrá sentar con mayor comodidad en el asiento propuesto.

No obstante los ejemplos expuestos, en ocasiones es importante el considerar como referencia dimensional para el diseño de productos o de sus componentes, a las medidas del percentil 50°, siendo de utilidad cuando las magnitudes extremas en percentiles de los usuarios no se ajustan en relación con las funciones que tendrá el producto, tal es el caso del equipo cobrador para los transportes colectivos de pasajeros, cuyas dimensiones determinadas en función al percentil 50°, permitirán una adecuada accesibilidad para un amplio universo de la población.

Como la mayoría de los textos que refieren datos antropométricos son de procedencia extranjera (sobre todo los de origen germano y anglosajón), los datos que contienen corresponden a la de su población, que se diferencia de la nuestra. El tomar los datos de los percentiles recomendados en esas publicaciones implica seleccionar dimensiones no aptas para los usuarios mexicanos, recomendándose en función a sus dimensiones sacar proporciones utilizando el percentil 40° en vez del 50°, el percentil 1° en el lugar del 5°, y el 90° en vez del 95°, por ejemplo.

²¹ Imagen sacada de <http://mooldesign.blogspot.mx/2010/03/breve-introduccion-la-antropometria.html>

Otra problemática que se enfrenta en muchos de los estudios que se realizan es que los datos proporcionados son con base en población masculina por lo que para contar con medidas para la población femenina mexicana será necesario reflexionar sobre esa situación.

Consideración importante a tomar en cuenta, es el hecho de que los datos asentados en las tablas antropométricas regularmente se hace en función a individuos en ropa interior o vestimenta ligera y sin calzado; motivo por el que en nuestra selección de medidas será necesario efectuar el ajuste necesario tomando en cuenta el vestir y el calzado.

CLASE DE VESTIMENTA	TOLERANCIA EN cm.	DIMENSIONES PRINCIPALES AFECTADAS
Traje hombre	1.3	Profundidad del cuerpo
	1.9- 2.5	Anchura del cuerpo
Traje o vestido de mujer	0.6- 1.3	Profundidad del cuerpo
	1.3-1.9	Anchura del cuerpo
Prenda exterior invierno,	5.1	Profundidad del cuerpo
incluyendo traje ó vestido	7.6 - 10.2	Anchura del cuerpo
	4.4 - 5.1	Holgura del muslo
Tacón hombres	2.5 - 3.8	Estatura, altura de ojo, altura rodilla sentado y altura poplítea
Tacón mujeres	2.5 - 7.6	Estatura, altura de ojo, altura rodilla sentada y altura poplítea
Calzado masculino	3.2 - 3.8	Largo de pie
Calzado femenino	1.3 - 1.9	Largo de pie
Guantes	0.6 - 1.3	Largo mano

Extraído de Panero Julius y Martin Zelnik. "Las Dimensiones Humanas en Los Espacios Interiores", Barcelona:Gustavo Gili,1984, P 72

4.4.1.1 Tabla general de medidas de los usuarios

La siguiente tabla (tabla 4.4.1) establece las dimensiones corporales de los usuarios más empleadas en el diseño de modos de transportación colectiva, considerando a los percentiles 1°, 5°, 50° y 95°, de esta tabla se seleccionaron las medidas que se adecuaban y brindaban mejor respuesta a las necesidades dimensionales.

Cabe aclarar que los rangos de dimensiones asentados en la tabla son un compendio de varias fuentes en el que se trató de “armonizar” con datos como la estatura para unificar en las tablas de las fuentes el complemento a medidas faltantes entre una y otra fuente (ver bibliografía sección de antropometría y ergonomía).

Y para la recomendación de medidas, los estándares de proveedores de autopartes como asientos, pasamanería, volante, columna de dirección y pedales, además de las recomendaciones de los documentos especificados en la bibliografía (ver bibliografía sección de Normas, documentos y recomendaciones para transportes y, Reglamentos y lineamientos consultados).

Las recomendaciones que a continuación se dan, no deben tomarse como una correlación exacta entre la dimensión humana y las dimensiones del dispositivo u objeto relacionado, ya que este debe ajustarse a las condiciones de espacios mínimos que se presentan en un autobús para poder ser viables, por ejemplo el ancho de asiento es menor a la medida de cadera y hombros del máximo de percentil, debido a que si se pusiera un asiento con esta dimensión humana sin considerar la compresión de muslos en los laterales y la torsión del torso, el asiento resultante por su ancho impediría tener un pasillo adecuado para la estancia y circulación en un vehículo urbano del tipo planteado, además que los asientos fabricados se rigen por la normatividad que los ha homologado en esos rangos, pero para el caso de los asientos integrados en las tolvas de ruedas requiere el análisis de espacios disponibles según su disposición y ubicación en el habitáculo. El tomar los asientos existentes como patrón reduce posibles errores de dimensionamiento.

Para facilitar el acceso a los datos e información antropométrica de esta tesis, se ha organizado su contenido de manera tal que resulte práctico su uso, proporcionándole al lector ante su consulta, la mayor información posible, permitiéndole tomar los datos más adecuados dependiendo de las necesidades y requerimientos, en función al diseño a desarrollar.

La información está organizada a través de tablas, las cuales proporcionan medidas tanto generales como particulares. Así la tabla 4.4.1, proporciona las "Medidas de los Usuarios" para los percentiles 1°, 5°, 40°, 50°, 90° y 95° (algunas medidas extremas, y un índice de diagramas sobre goniometría alcances de extremidades, zonas de confort e información en relación con aspectos de visibilidad).

En el capítulo 4.4.1.2, “Medidas antropométricas de dispositivos en los vehículos para autobuses urbanos”, se indican las dimensiones de los componentes en los vehículos, con diagramas acotados a través de literales, cuyos datos cuantitativos están contenidos en la tabla que le acompaña, organizados de la siguiente manera:

La primera columna (1) refiere la medida acotada en el diagrama que le precede.

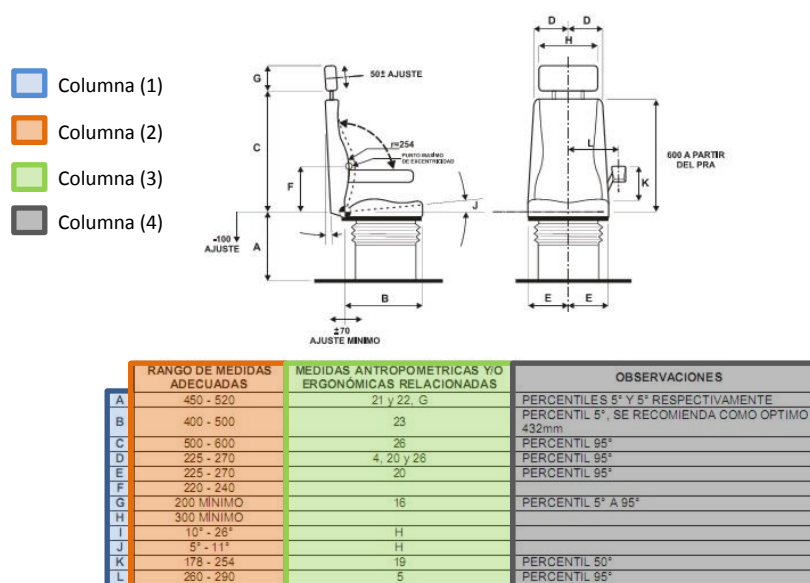
La segunda columna (2) establece los rangos de dimensiones de componentes del vehículo recomendadas, relacionándose en línea con el resto de las columnas. Las dimensiones se indican en milímetros o en grados, según sea el caso.

La tercera columna (3) indica el código numeral o literal, en relación con la tabla 4.4.1.2, “Medidas antropométricas de dispositivos en los vehículos para autobuses urbanos”, correspondiendo directamente y en línea con las columnas.

De esta manera quien consulte la tesis obtiene en función a los datos de las columnas, el rango de dimensiones que se recomiendan como las más adecuadas por componentes y medida consultada, así como las medidas antropométricas que se relacionan con las dimensiones dadas, permitiendo analizar y evaluar los valores, tomando una decisión que se ajuste a las necesidades y condiciones establecidas.

La cuarta columna (4) contiene observaciones breves que se relacionan en línea con el resto de las columnas, refiriendo medidas óptimas o indicando alguna restricción o condicionamiento para la aplicación de los datos asentados.

Para que el lector de la tesis interprete con mayor precisión las medidas acotadas en los diagramas, en cada uno se incluye una breve descripción por cota, especificando en forma detallada y concisa a que se refiere la dimensión considerada (ver Fig. 4.4.2).



Asiento de operador, descripción de medidas

- A= Altura máxima útil p.r.a. Al piso del área del operador con su ajuste vertical de asiento al máximo. (el ajuste vertical de asiento puede posibilitar alturas mayores pero debe ofrecer un ajuste mínimo de altura de 350 mm.).
- B= Profundidad del asiento
- C= Altura vertical del respaldo con respecto al p.r.a.
- D= Mitad del ancho del respaldo
- E= Mitad del ancho del cojín del asiento.
- F= Punto de excentricidad máxima para la curva del apoyo lumbar.
- G= Alto de apoyacabezas.
- H= Ancho de apoyacabezas
- I= Ángulo de respaldo con respecto a la vertical
- J= Ángulo de asiento con respecto a la horizontal
- K= Altura de la superficie del cojín del asiento al apoyar brazos
- L= Distancia del centro del asiento al centro del apoyar brazos

Fig. 4.4.2. Ejemplo de uso de las tablas

Tabla general de medidas de los usuarios

No.	DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA	PERCENTILES (Mujer/Hombre)					
		1°	5°	40°	50°	90°	95°
EN POSICIÓN ERGUIDA (Fig. 4.4.3)							
1	ESTATURA	1460/-	1510/-	- /1590	- /1740	- /1820	- /1840
2	ALTURA DE OJOS	1420/-	1430/-		-/1546		- /1740
3	ALTURA DE NUDILLOS	643/-	664/-		-/724		- /793
4	ANCHO DE HOMBROS	422/-	450/-		-/519		- /560
5	ANCHURA CODO - CODO	300/330	320/360	370/410	390/420	460/490	490/508
6	DISTANCIA VERTICAL A ASIMIENTO		- /1850				- /2224
7	ALCANCE LATERAL DE BRAZO FUNCIONAL	532/-	554/-		-/626		-/692
8	ANCHURA MÁXIMA DE CUERPO		478/-				-/579
9	PROFUNDIDAD MÁXIMA DE CUERPO		257/-				-/330
10	PROFUNDIDAD NORMAL DE CUERPO	201/-	222/-		- /275		-/328
11	ALTURA DE HOMBROS	1249/-	- /1286		- /1376		-/1465
12	DISTANCIA DE CODO A PUNTA DE MANO	398/-	412/-		-/446		-/480
13	ALCANCE DE BRAZO FRONTAL FUNCIONAL		620/750			800/890	
14	ANCHURA DE RODILLA A RODILLA	191/-	202		-/249		-/291
15	ANCHO DE TÓRAX	269/-	282		-/322		-/374
EN POSICIÓN SEDENTE (Fig. 4.4.4)							
16	ALTURA EN POSICIÓN SEDENTE	770/-	800/-	- /904	- /914	- /958	- /965
17	ALTURA DE OJOS SENTADO A PARTIR DE P. R. A.		710/760				800/860
18	ANGULO MÁXIMO DE VISIÓN	VER DIAGRAMAS (K,L)					
19	ALTURA DE CODO SUPERFICIE DE ASIENTO	170/-	- /198	239/-	- /246	- /274	- /300
20	ANCHURA DE CADERAS SENTADO	305/-	315/-	360/-	368/-	419/-	439/-
21	ALTURA POPLÍTEA	333/350	336/362	391/-	400/404	432/-	445/-
22	ALTURA DE RODILLAS SENTADO	437/-	457/-	493/-	-/546	-/587	-/594
23	DISTANCIA NALGA POPLÍTEO	411/396	439/409	472/-	480/453	526/-	536/500
24	DISTANCIA NALGA RODILLA	510/500	521/516	564/-	572/558	610/-	627/605
25	DISTANCIA NALGA PUNTA DEL PIE SENTADO		- /813				940/-
26	ALTURA DE HOMBROS SENTADO		530/600				620/690
27	DISTANCIA HOMBRO CODO	306/-	-/319		-/350		-/380
28	ALTO DEL MUSLO SENTADO	101/-	- /112	- /142	- /147	170/-	- /178
DIMENSIONES MANO Y PIE (Fig. 4.4.5) (Hombre y mujer)							
29	ANCHO DE AGARRE DE MANO	26	28		34		39
30	LARGO DE MANO	163	169		182		196
31	ANCHO DE MANO SIN PULGAR	74	79		86		92
32	ANCHO DE MANO CON PULGAR	79	82		100		117
33	LARGO DEL PIE	220	230		250		267
34	LARGO DEL PIE CON ZAPATO	245	252		271		294
35	ANCHO DEL PIE	81	84		93		101
36	ANCHO DEL PIE CON ZAPATO	85	90		97		110
37	LARGO FUNCIONAL DEL PIE	120	138		157		174
38	ALTO FUNCIONAL DEL PIE	64	70		85		94
DIAG.	MOVIMIENTO ARTICULATORIO (figs. 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8, 4.4.9, 4.4.10, 4.4.11, 4.4.12 y 4.4.13) (Hombre y mujer)						
A	ALCANCE LATERAL DE BRAZO FUNCIONAL		680/740				860/960
B	ALCANCE DE ANTEBRAZO FUNCIONAL	334	346		374		403
C	MOVIMIENTO ARTICULATORIO CUELLO Y CABEZA						
D	MOVIMIENTO ARTICULATORIO HOMBRO BRAZO						
E	MOVIMIENTO ARTICULATORIO BRAZO						
F	MOVIMIENTO ARTICULATORIO DE TRONCO						
G	MOVIMIENTO ARTICULATORIO TOBILLO Y PIE (G1) Y PIERNA (G2)						
H	POSICIÓN CÓMODA DE CONDUCCIÓN						
ZONAS DE HABITABILIDAD (Fig. 4.4.14)							
I	ZONA DE CONTACTO						
J	ZONA DE CONFORT						
VISIBILIDAD (figs. 4.4.15 y 4.4.16)							
K	EN SENTIDO VERTICAL						
L	EN SENTIDO HORIZONTAL						

Tabla 4.4.1. Tabla general de medidas de usuarios

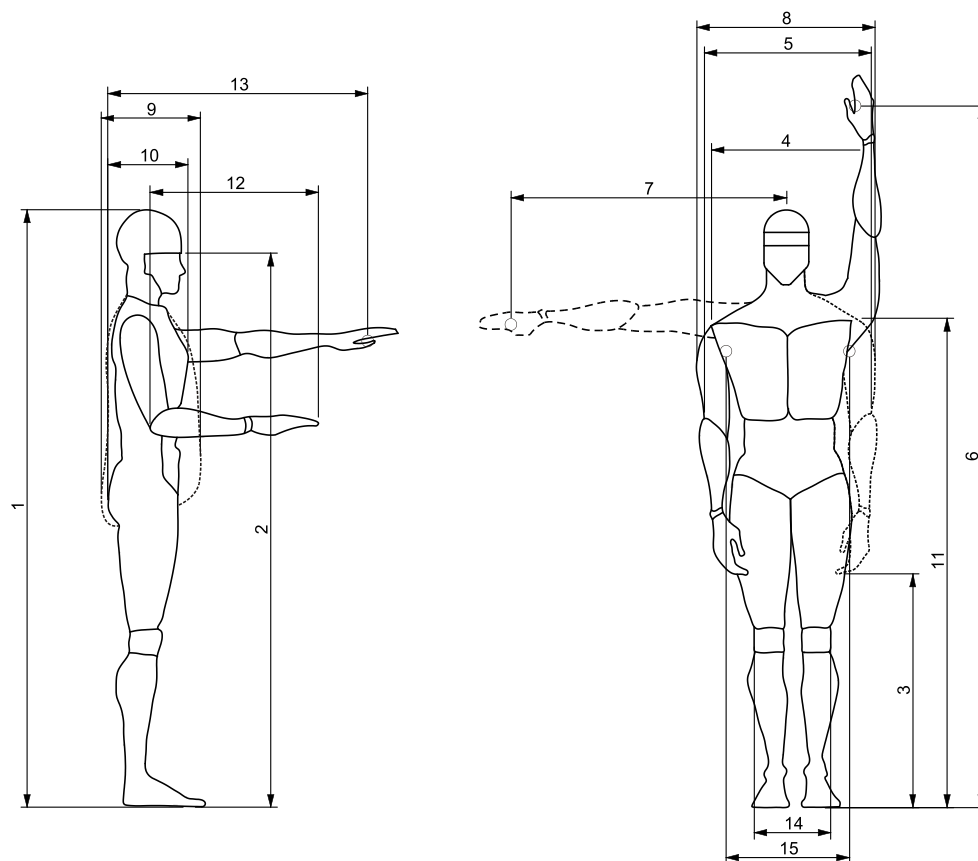


Fig. 4.4.3. Medidas generales del cuerpo humano en posición erguida

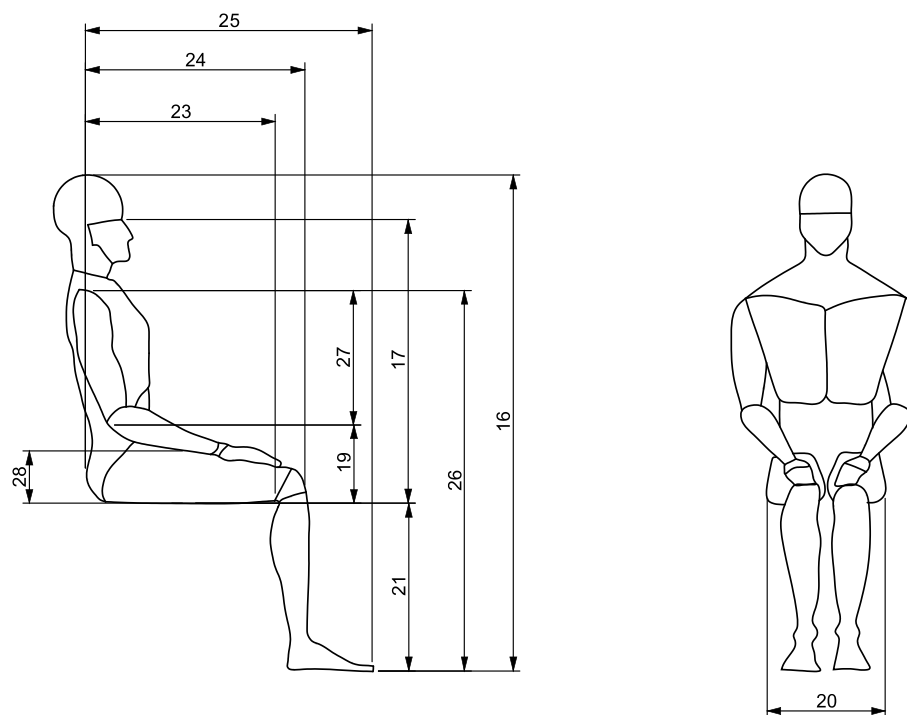


Fig. 4.4.4. Medidas generales del cuerpo humano en posición sedente

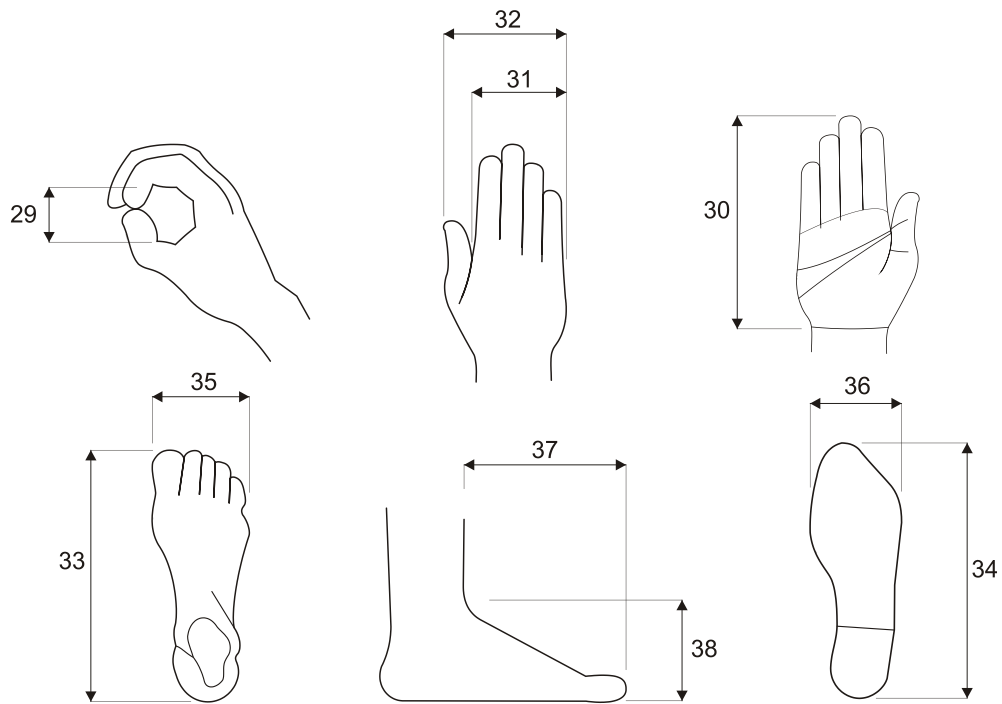
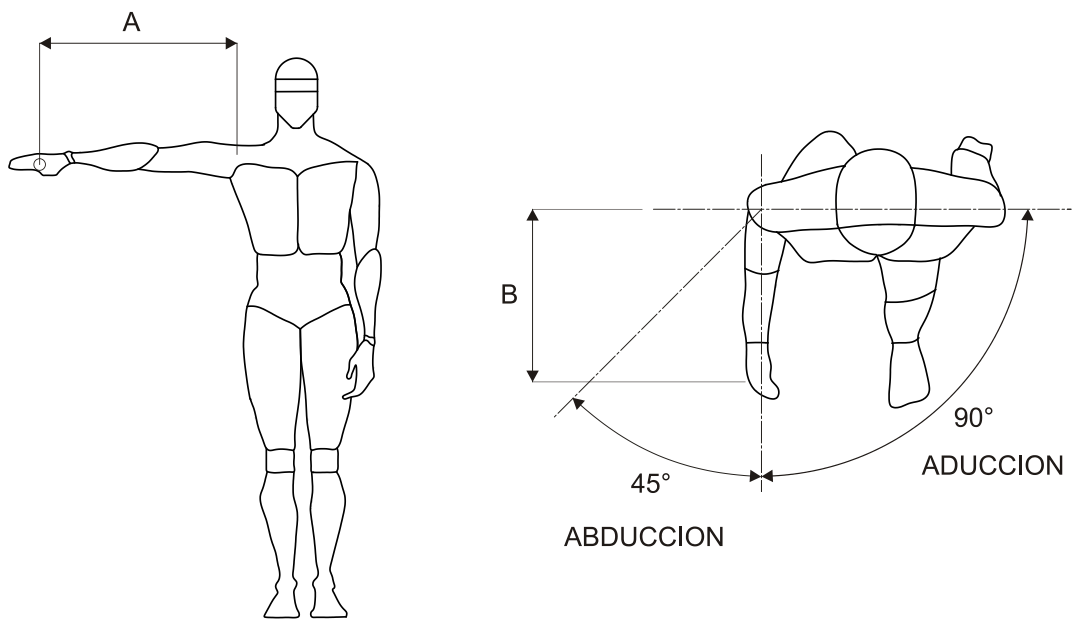


Fig. 4.4.5. Dimensiones de mano y pie



DIAGRAMAS A y B ALCANCE DE BRAZO Y ANTEBRAZO

Fig. 4.4.6. Alcance de brazo y antebrazo

DIAGRAMA C, MOVIMIENTO ARTICULAR CUELLO CABEZA

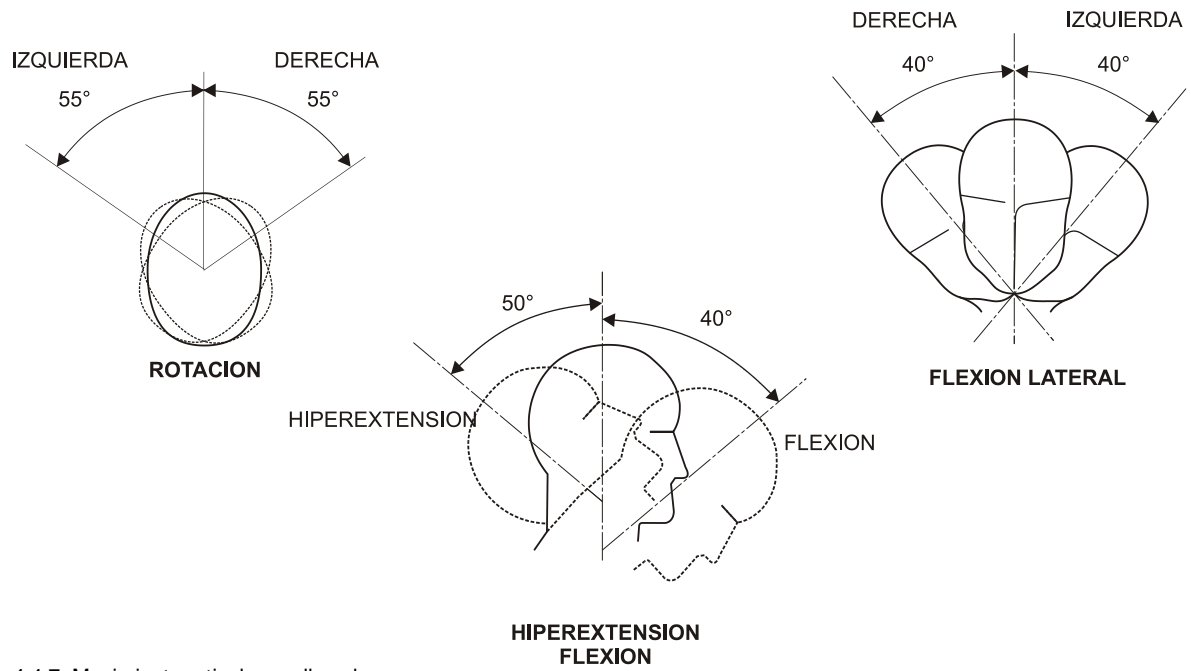


Fig. 4.4.7. Movimiento articular cuello cabeza

DIAGRAMA D Y E, MOVIMIENTO ARTICULAR HOMBRO Y BRAZOS

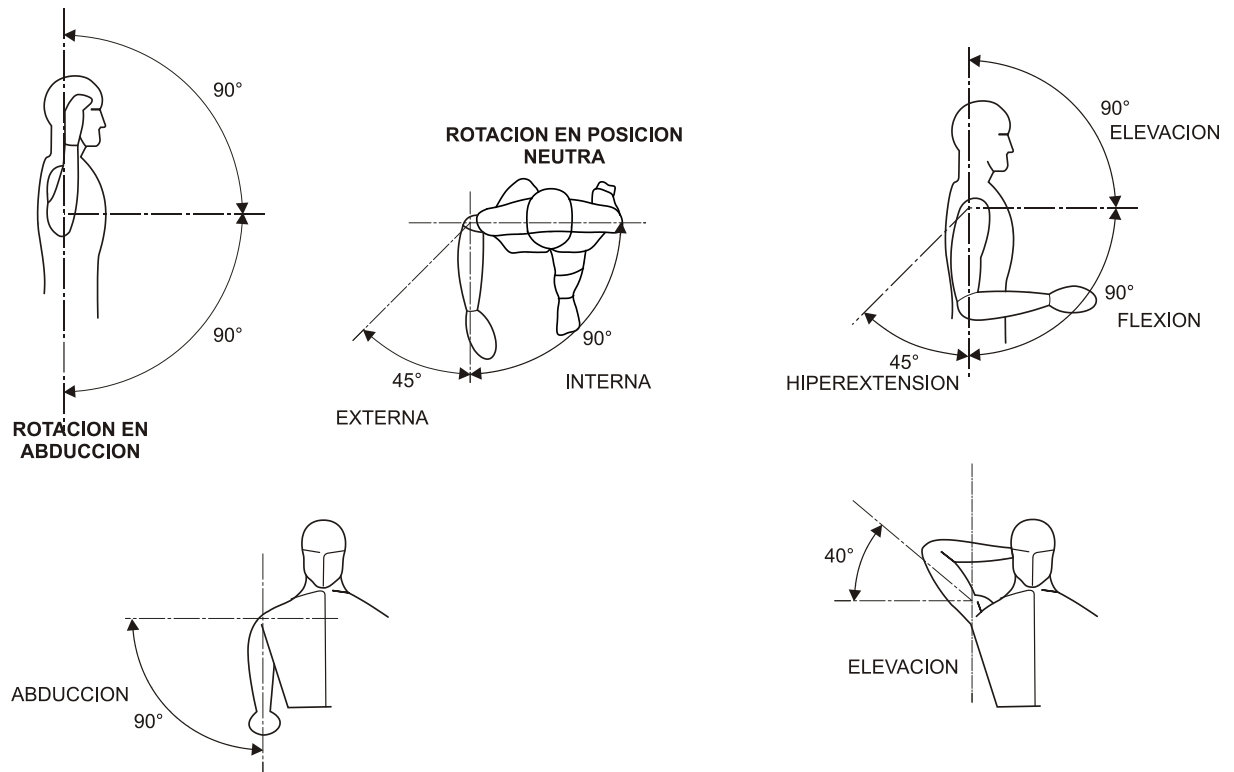


Fig. 4.4.8. Movimiento articular hombro y brazo

DIAGRAMA E, MOVIMIENTO ARTICULAR BRAZO

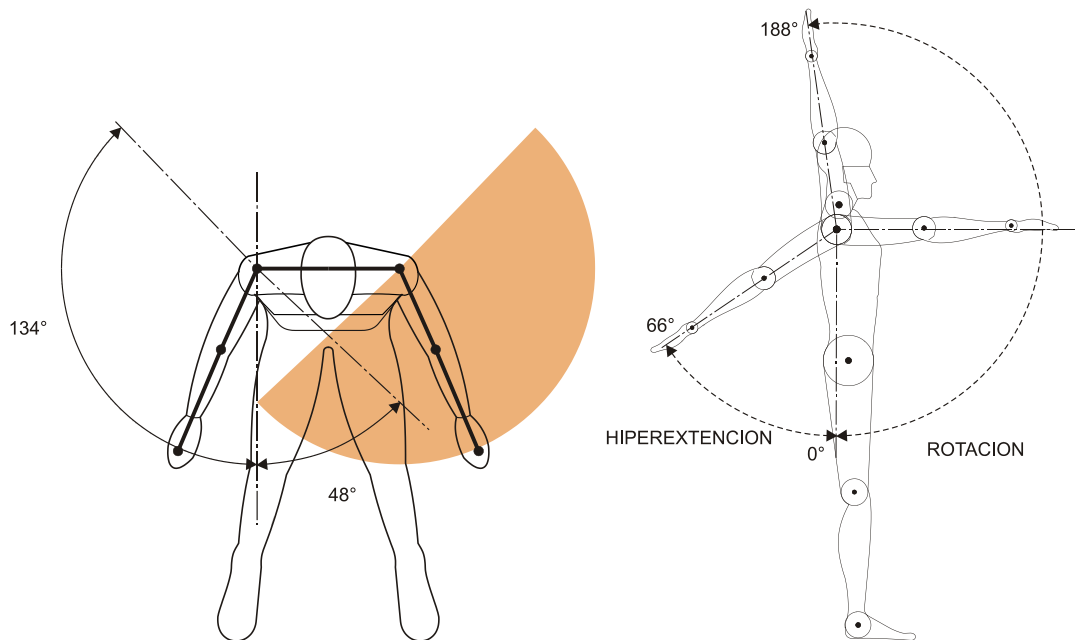


Fig. 4.4.9. Movimiento articular brazo

DIAGRAMA F, MOVIMIENTO ARTICULAR DE TRONCO

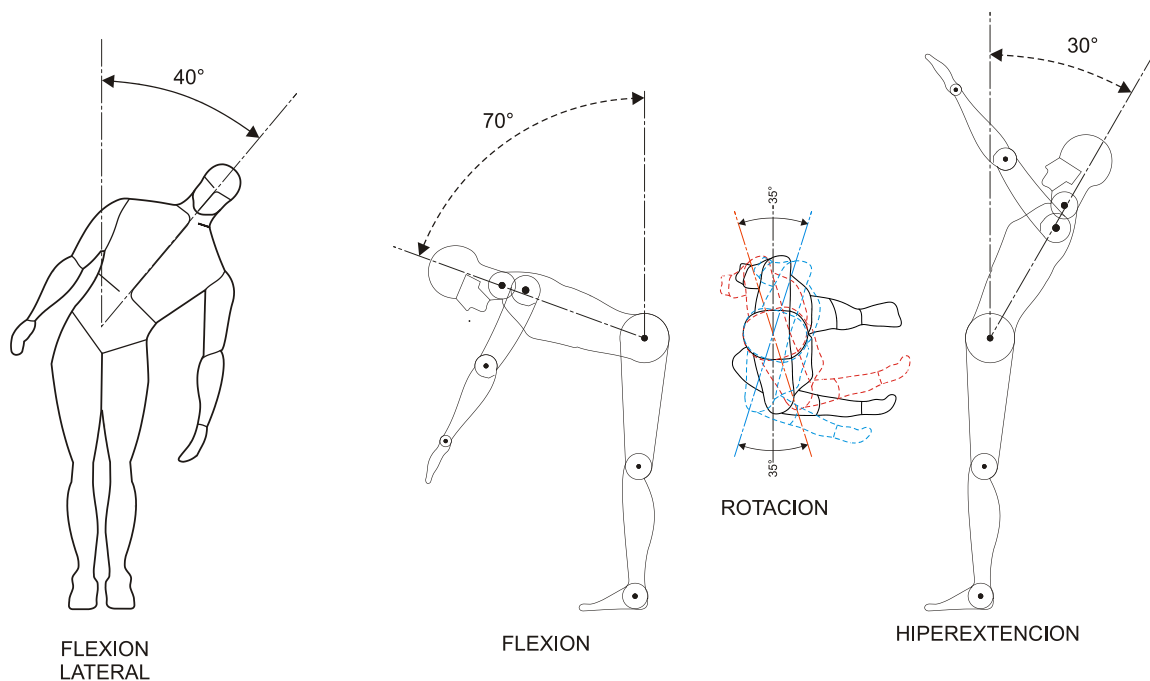


Fig. 4.4.10. Movimiento articular de tronco

DIAGRAMA G1, MOVIMIENTO ARTICULAR TOBILLO Y PIE

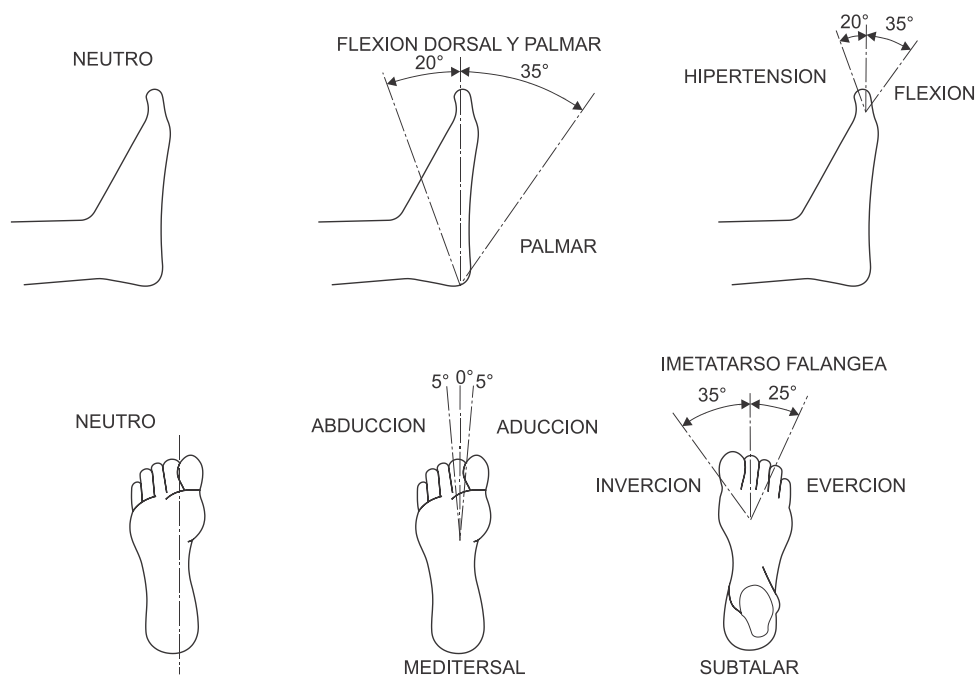


Fig. 4.4.11. Movimiento articular tobillo pie

DIAGRAMA H, POSICIÓN CÓMODA DE CONDUCCIÓN

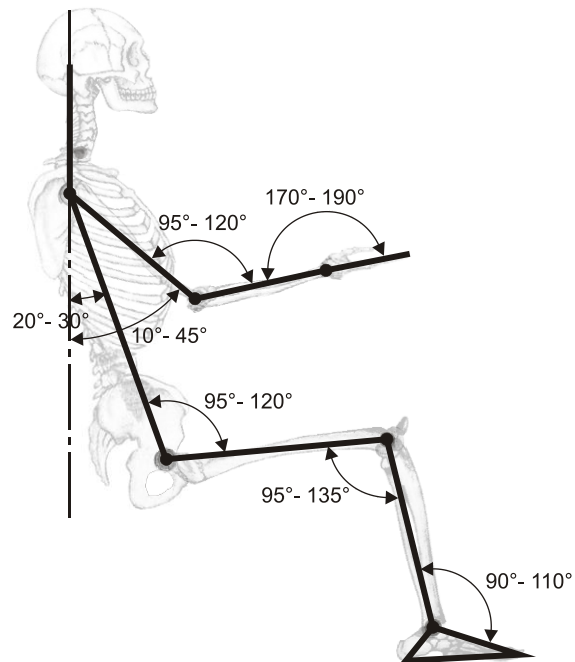


Fig. 4.4.12. Posición cómoda de conducción (adaptación basada en figura de: Mc Cormick, Ernest J. Ergonomía. España, Barcelona: Gustavo Gili, 1980)

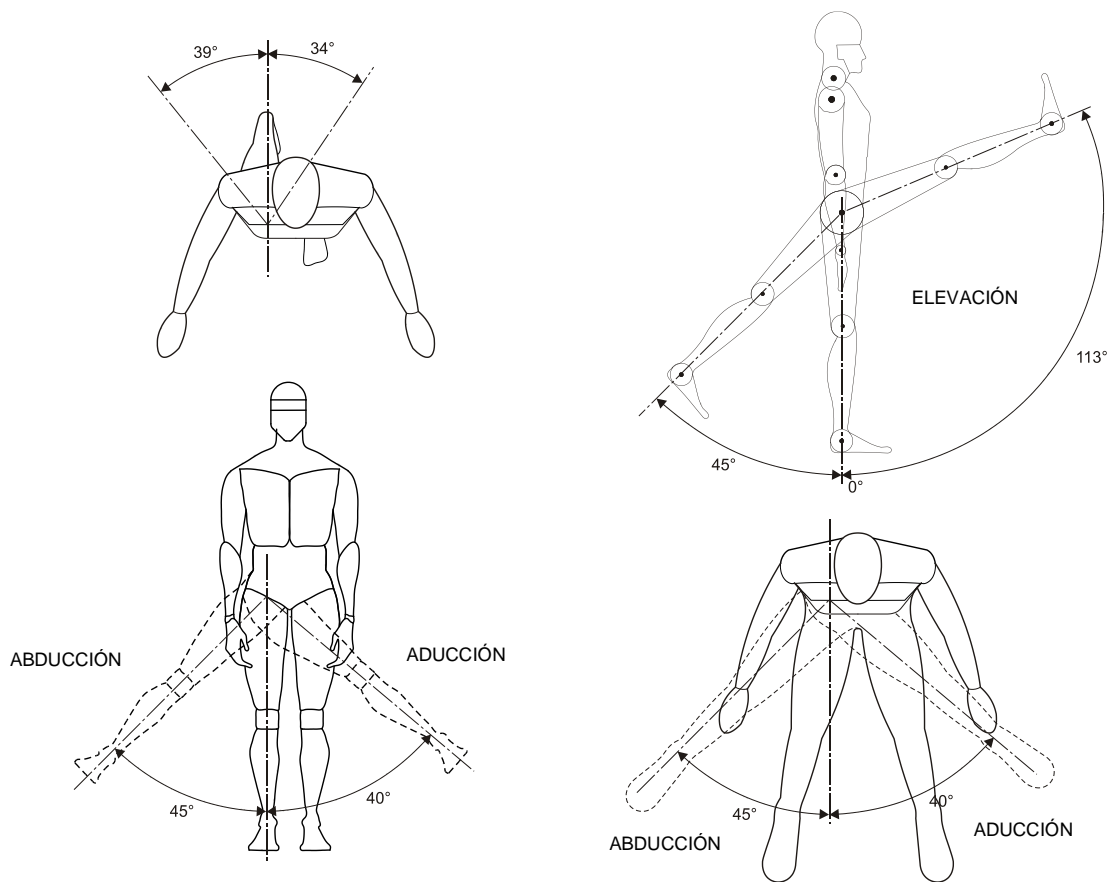
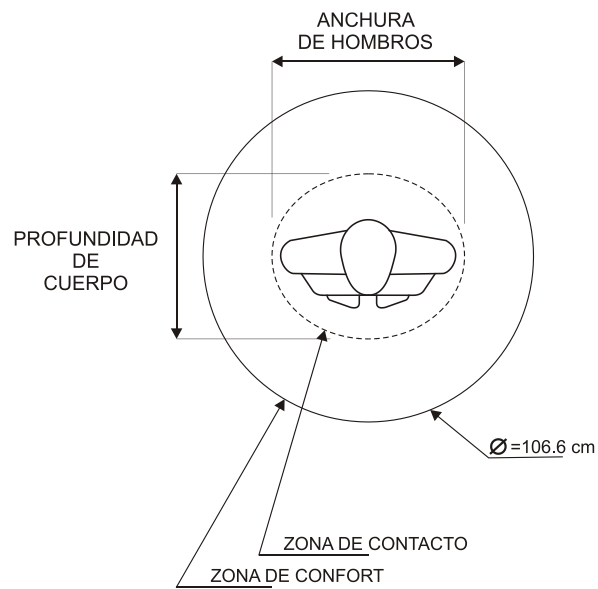


DIAGRAMA G2, MOVIMIENTO ARTICULAR PIERNA

Fig. 4.4.13. Movimiento articular pierna



DIAGRAMAS I Y J, ZONAS DE HABITABILIDAD

Fig. 4.4.14. Zonas de habitabilidad

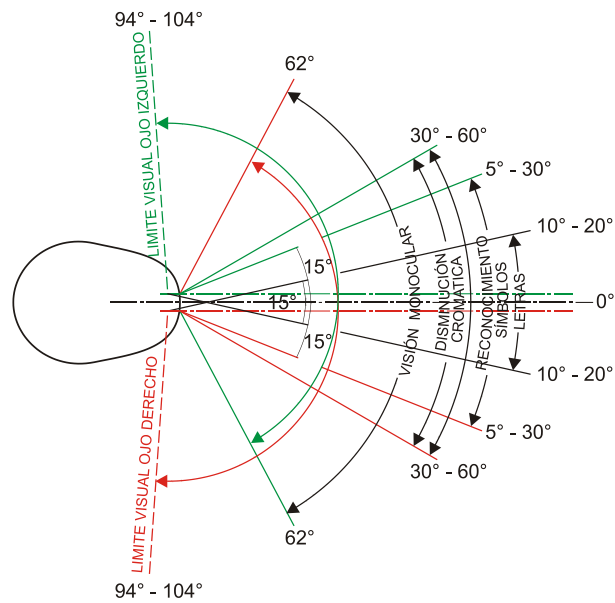


DIAGRAMA L, VISION SENTIDO HORIZONTAL

Fig. 4.4.15. Visión en sentido horizontal

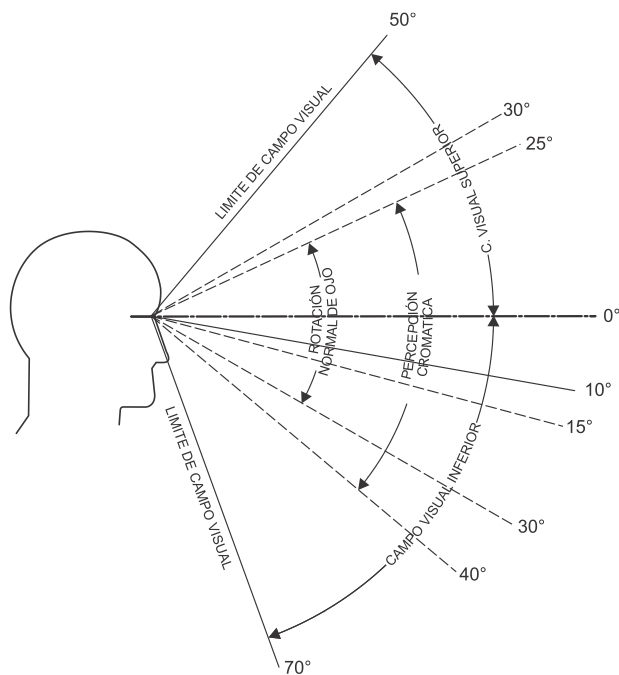


DIAGRAMA K, VISION SENTIDO VERTICAL

Fig. 4.4.16. Visión sentido vertical

El Punto H se define básicamente como el punto central de una línea imaginaria que pasa entre los centros de la articulación de los fémures con la pelvis o cadera, es punto de referencia anatómico del ser humano desde donde se parte para el diseño de un vehículo, desde este se inicia el diseño ergonómico de los asientos y su ubicación y el puesto de conducción, se toma como referencia la dimensión del 50°, se utiliza en posición sedente para determinar con el asiento la posición del ser humano, su determinación resulta en teoría difícil porque se requiere tomar en cuenta factores tales como masa muscular y su deformación así como la del acojinamiento del asiento y la posición de la pierna con respecto del tronco. Para fines prácticos se utiliza un maniquí virtual con dimensiones del 50° ó un maniquí normalizado que se ubica en posición en un asiento como lo dicta las normas SAE²² (Fig. 4.4.16) y de la Unión Europea. Este punto aunque relativo se toma como absoluto en el desarrollo de vehículos, siendo una aproximación a la realidad de la que se parte para diseñar.

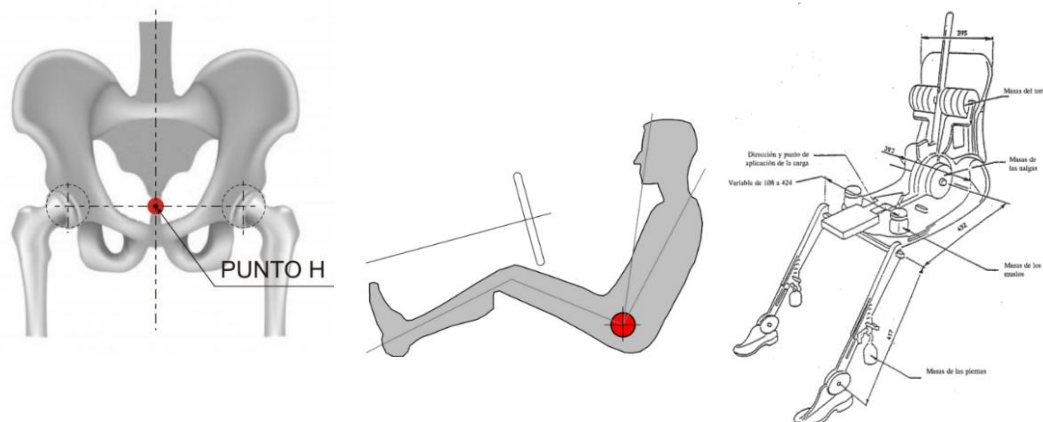


Fig. 4.4.17. De izquierda a derecha, localización anatómica del Punto H, ubicación en un puesto de conducción, maniquí para determinar la posición del Punto H en un asiento.

El P.R.A. (Punto de Referencia del Asiento), punto definido por la intersección de los planos de las superficies del respaldo y del asiento, ambos generados bajo la carga de un usuario sentado de 68 kg. de peso, correspondiendo aproximadamente, según la SAE para un hombre medio a 80 mm hacia abajo y 128 mm hacia atrás del Punto H; según la Unión Internacional de Transporte Público (UITP) 99 mm y 122 mm respectivamente (Fig. 4.4.17).

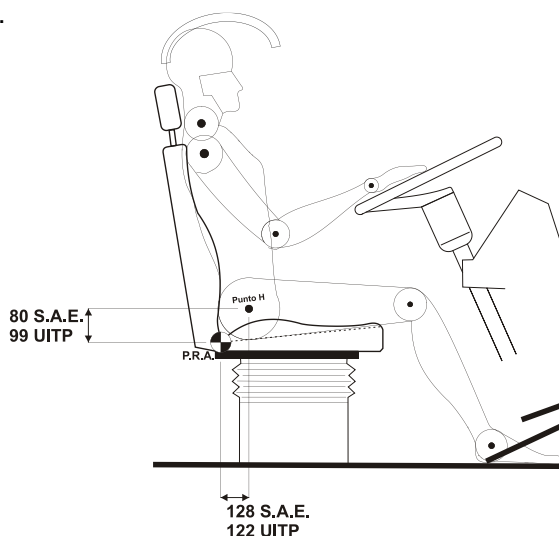


Fig. 4.4.18. Punto H en referencia al P.R.A. (Imagen Propia)

²² SAE J826 -H-Point Manikin

4.4.1.2 Medidas antropométricas de dispositivos en los vehículos para autobuses urbanos

Área de operador

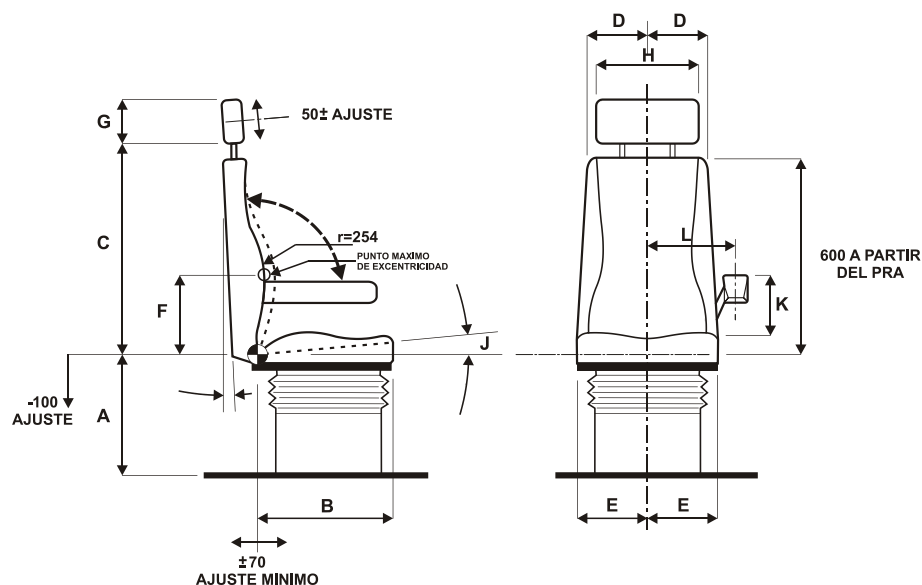
Por lo general localizada en el extremo izquierdo anterior del habitáculo de un vehículo, resulta ser una de las zonas en la que la consideración de criterios ergonómicos, antropométricos estáticos y dinámicos es de suma importancia, ya que es ahí en donde se ubicará el ser humano que mediante jornadas de trabajo de cuando menos 8 horas, efectuando actividades tales como: el accionamiento de diversos controles; su apoyo y posicionamiento en el asiento del área de conducción; el desplazamiento del volante de dirección y presión de los pedales que le auxiliarán para proporcionar sentido y paro; la observación de los instrumentos de tablero y manipulación de la palanca de cambios que servirán para supervisar su funcionamiento y modificar su velocidad de avance; el vigilar el equipo o dispositivo de acceso que cuantifica económica y cuantitativamente el monto y número de usuarios trasladados; el visualizar las vialidades en que circula a través de su parabrisas, proporcionará funcionamiento y con ello razón de ser a la unidad que conduce.

La no consideración o equivocada aplicación de criterios antropométricos y ergonómicos en esta área del vehículo, traerá consigo un deficiente desempeño de las acciones a ejecutar por el operador, y como consecuencia un servicio prestado precariamente.

Los componentes de esta área del vehículo, en los cuales considerar los criterios antropométricos y ergonómicos es fundamental, son:

- Asiento
- Parabrisas y espejos retrovisores
- Columna de dirección y volante
- Pedales
- Tablero
- Palanca de cambios (no aplica por ser eléctrico, solo habiendo un control de sentido de avance)
- Zona de manipulación y/o recepción y control de: dinero, fichas, boletos, tarjetas o abonos. (no aplica por ser un vehículo para servicio BRT, donde el pago no se hace en las unidades)

Asiento de operador

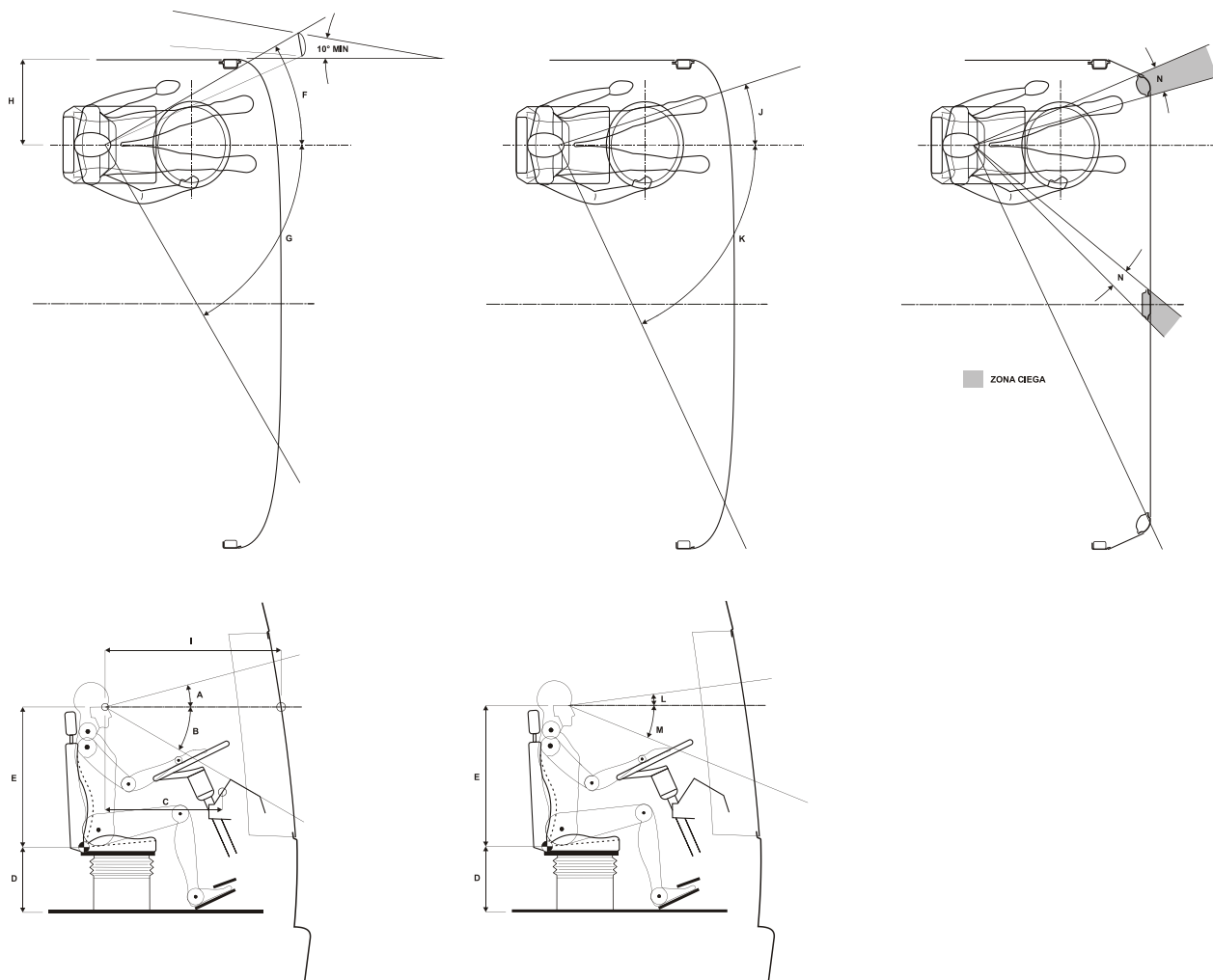


	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	450 - 520	21 y 22, G	PERCENTILES 5° Y 5° RESPECTIVAMENTE
B	400 - 500	23	PERCENTIL 5°, SE RECOMIENDA COMO OPTIMO 432mm
C	500 - 600	26	PERCENTIL 95°
D	225 - 270	4, 20 y 26	PERCENTIL 95°
E	225 - 270	20	PERCENTIL 95°
F	220 - 240		
G	200 MINIMO	16	PERCENTIL 5° A 95°
H	300 MINIMO		
I	10° - 26°	H	
J	5° - 11°	H	
K	178 - 254	19	PERCENTIL 50°
L	260 - 290	5	PERCENTIL 95°

Asiento de operador, descripción de medidas

- A= Altura máxima útil P.R.A. Al piso del área del operador con su ajuste vertical de asiento al máximo. (el ajuste vertical de asiento puede posibilitar alturas mayores pero debe ofrecer un ajuste mínimo de altura de 350 mm.).
- B= Profundidad del asiento
- C= Altura vertical del respaldo con respecto al P.R.A.
- D= Mitad del ancho del respaldo
- E= Mitad del ancho del cojín del asiento.
- F = Punto de excentricidad máxima para la curva del apoyo lumbar.
- G= Alto de apoyacabezas.
- H= Ancho de apoyacabezas
- I= Ángulo de respaldo con respecto a la vertical
- J= Ángulo de asiento con respecto a la horizontal
- K= Altura de la superficie del cojín del asiento al apoya brazos
- L = Distancia del centro del asiento al centro del apoya brazos

Visibilidad a través del parabrisas

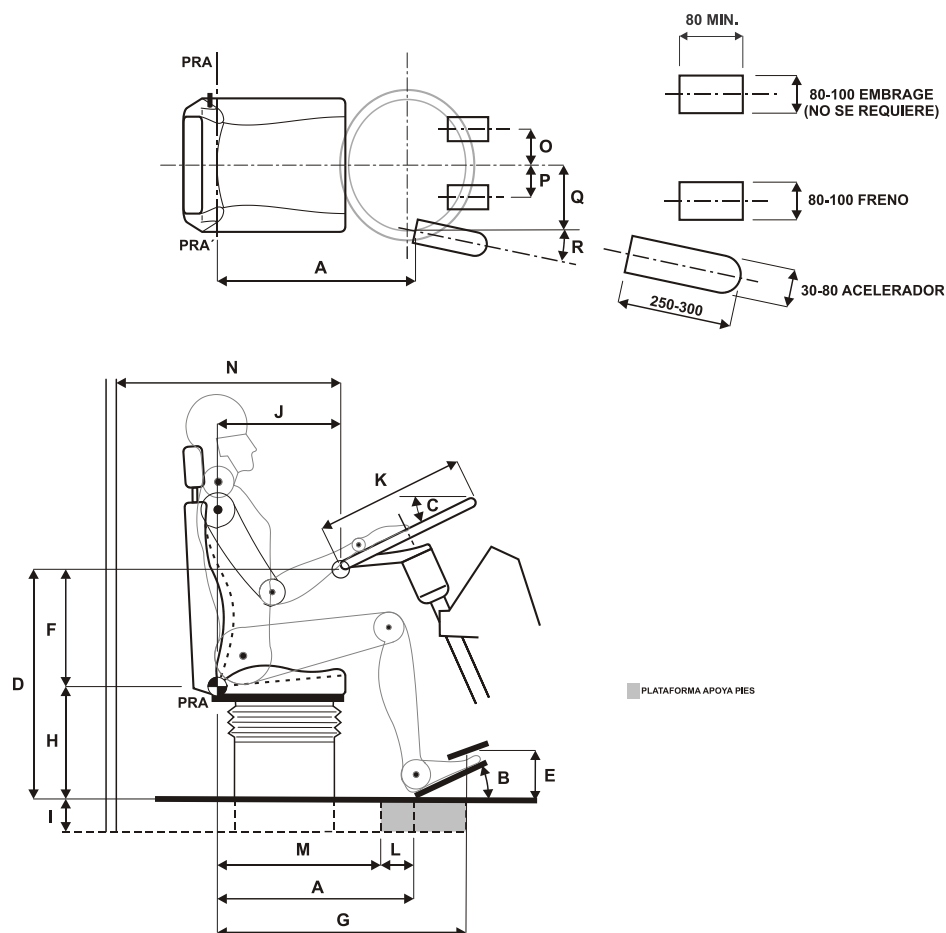


	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	8° - 15°	17, 18, 21, C, I y L	PERCENTILES 50°
B	30° MÍNIMO	18, C, K y L	22° MÍNIMO ACEPTABLE
C	710 MÁXIMO	17 y 18	PERCENTILES 50°
D	A 400	21	PERCENTILES 50°
E	A 790	17	PERCENTILES 50°
F	30°	18, C, K y J	AJUSTES +5° GRADOS -5° GRADOS
G	60°	18, C, K y J	AJUSTES +0° GRADOS -5° GRADOS
H	400 - 600		
I	600 - 900	7, A, B y E	PERCENTILES 5°
J	18° MÍNIMO	SAE-J-198	
K	65° MÍNIMO	SAE-J-198	
L	7.5° MÍNIMO	SAE-J-198	
M	22° MÍNIMO	SAE-J-198	
N	5° MÁXIMO	UITP	UNIÓN INTERNACIONAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

Parabrisas (visibilidad del operador), descripción de medidas

- A= Ángulos mínimos de visión superior.
- B= Ángulos mínimos de visión inferior.
- C= Distancia máxima a displays.
- D= Altura adecuada de P.R.A. a la que deben determinarse los ángulos de visión.
- E = Altura de ojos adecuada para determinar los ángulos de visión.
- F = Ángulo de visibilidad izquierdo.
- G= Ángulo de visibilidad derecho.
- H= Distancia del centro del volante al costado lateral izquierdo.
- I= Distancia del operador al parabrisas
- J= Ángulo de visión izquierdo que debe dejar despejado el limpiaparabrisas
- K= Ángulo de visión derecho que debe dejar el limpiaparabrisas.
- L = Ángulo de visión superior que debe dejar despejado el limpiaparabrisas.
- M= Ángulo de visión inferior que debe dejar despejado el limpiaparabrisas.
- N= Interrupción máxima de la visibilidad en el parabrisas tanto visión izquierdo como derecha.

Columna de dirección, asiento de operador y pedales



	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	650 +- 60	21, H, G	PERCENTILES 5° A 95°
B	25° - 30°	G	
C	10° - 30°	H	OPTIMO 20°
D	630 - 710	21, 28 y 26	PERCENTILES 5° A 95°, 95° y 5° A 95° (Respectivamente)
E	200 MÁXIMO	21 y H	PERCENTILES 5° A 95°
F	240 MÁXIMO	9, 10, 21 y 28	PERCENTILES 95°, 95°, 5° A 95° y 95° (Respectivamente)
G	750-900	21 y H	PERCENTILES 5° A 95°
H	350 - 450	21 y H	PERCENTILES 5° A 95°
I	100 - 150		
J	300 - 420	9, 10, 13, A, B, C y E	PERCENTILES 95°, 95° y 5° (Respectivamente)
K	400 - 500		
L	100 - 150	33 y 34	PERCENTILES 95°, 95° (Respectivamente)
M	450 - 740		
N	750 MINIMO		
O	120 - 180	G	
P	100 - 150	G	
Q	210 - 260	G	
R	15° - 20°	G	

Columna de dirección, asiento de operador y pedales, descripción de medidas

- A= Distancia horizontal de P.R.A. al centro del extremo inferior del pedal del acelerador.
- B = Ángulo de pedal de acelerador con respecto a la horizontal
- C= Inclinación del volante con respecto a la horizontal
- D= Altura del extremo inferior del volante al piso del área del operador o plataforma donde se encuentran ubicados los pedales.
- E= Altura máxima con respecto del piso del área del operador
- F= Holgura mínima entre P.R.A. y extremo inferior del volante en sentido vertical.
- G= Distancia de P.R.A. al centro de pedales de embrague y freno
- H= Altura de P.R.A. a piso del área del operador o plataforma donde se encuentren ubicados los pedales.
- I= Altura de plataforma del operador
- J = Distancia de P.R.A. a extremo inferior del volante en sentido horizontal.
- K= Diámetro del volante
- L = Largo de plataforma apoya pies (minibuses)
- M= Distancia de inicio de plataforma apoya pies con respecto a P.R.A., con el asiento en su ajuste más cercano a pedales.
- N= Distancia de P.R.A. con el asiento en su ajuste más alejado de los pedales a la superficie próxima de mampara de operador.
- O= Distancia del eje de la columna de dirección al pedal de embrague
- P= Distancia del eje de la columna de dirección al pedal de freno
- Q= Distancia del eje de la columna de dirección al centro del extremo inferior del pedal del acelerador.
- R= Ángulo del pedal del acelerador con respecto al eje longitudinal del vehículo.

Área de pasajeros

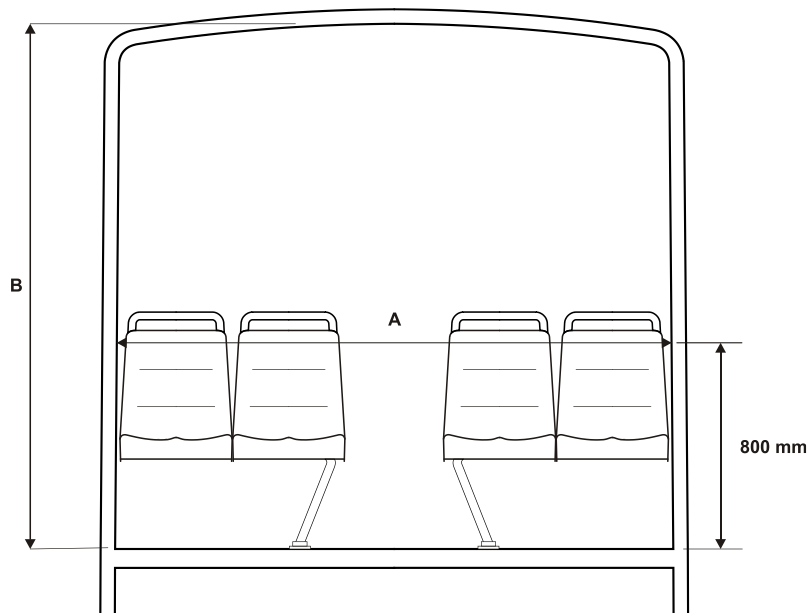
Denominado comúnmente como habitáculo, resulta ser el espacio en la unidad vehicular que justifica su razón de ser, ya que es aquel en el que permanecerán y se trasladarán los pasajeros en forma colectiva, cumpliendo así su función esencial.

Cuando no se consideran las dimensiones mínimas requeridas por los pasajeros en los componentes o entre los componentes que integran este espacio, generará un ambiente que causa incomodidad a los pasajeros durante su traslado.

Dimensionar adecuadamente los asientos, ventanillas, pasillo, puertas, escaleras, dispositivos para desplazarse o sujetarse, sus indicadores, señales interiores y exteriores, así como la interacción entre los mismos, de acuerdo con el número de pasajeros sentados y de pie a trasladar, en función al tipo de servicio de que se trate, generará confort, seguridad y ambiente grato en el pasajero transportado, incentivándole a continuar haciendo uso del servicio, e inclusive recomendando a otros que lo utilicen para sus traslados.

A continuación se establecen rangos dimensionales de distintos espacios o componentes integrantes de esta área.

Habitáculo



	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	2350 MÍNIMO	4, 5, 8, 9, 10, 20, I y J	PERCENTILES 95°
B	2000 - 2200	1, I y J	PERCENTILES 95°

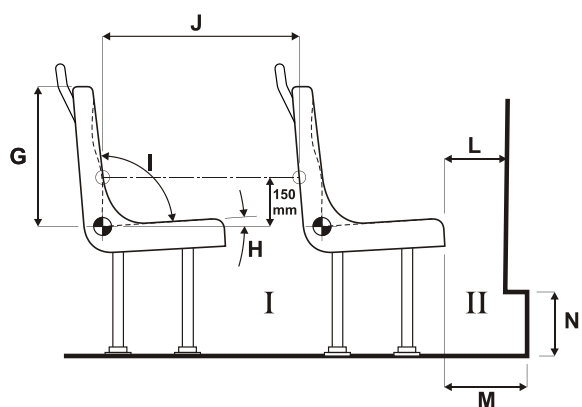
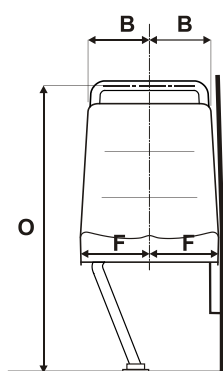
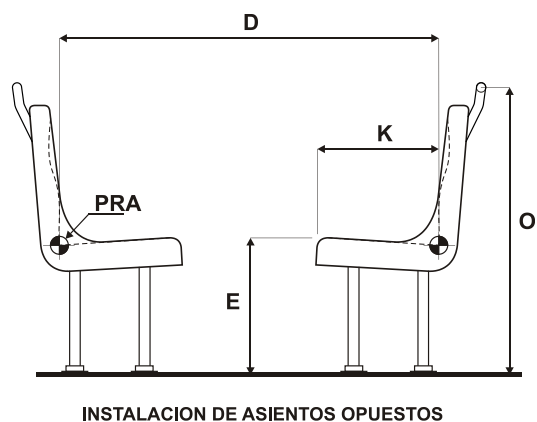
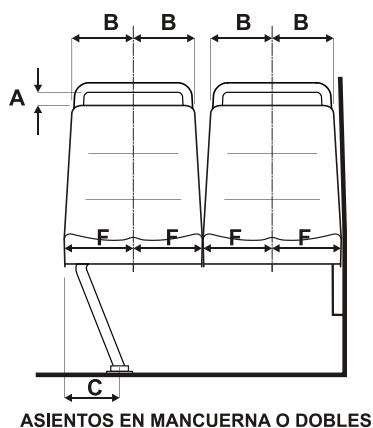
Dimensiones de habitáculo, descripción de medidas

A= Ancho mínimo del habitáculo a 800 mm de altura con respecto del piso de la unidad

B= Alto mínimo de la unidad en la parte central del habitáculo

NOTA: El largo del habitáculo estará determinado por el número de pasajeros que se deseen transportar y la maniobrabilidad del vehículo, siempre y cuando tecnológicamente el chasis o sistema integral de carrozado permitía la longitud requerida.

Asientos de pasajeros

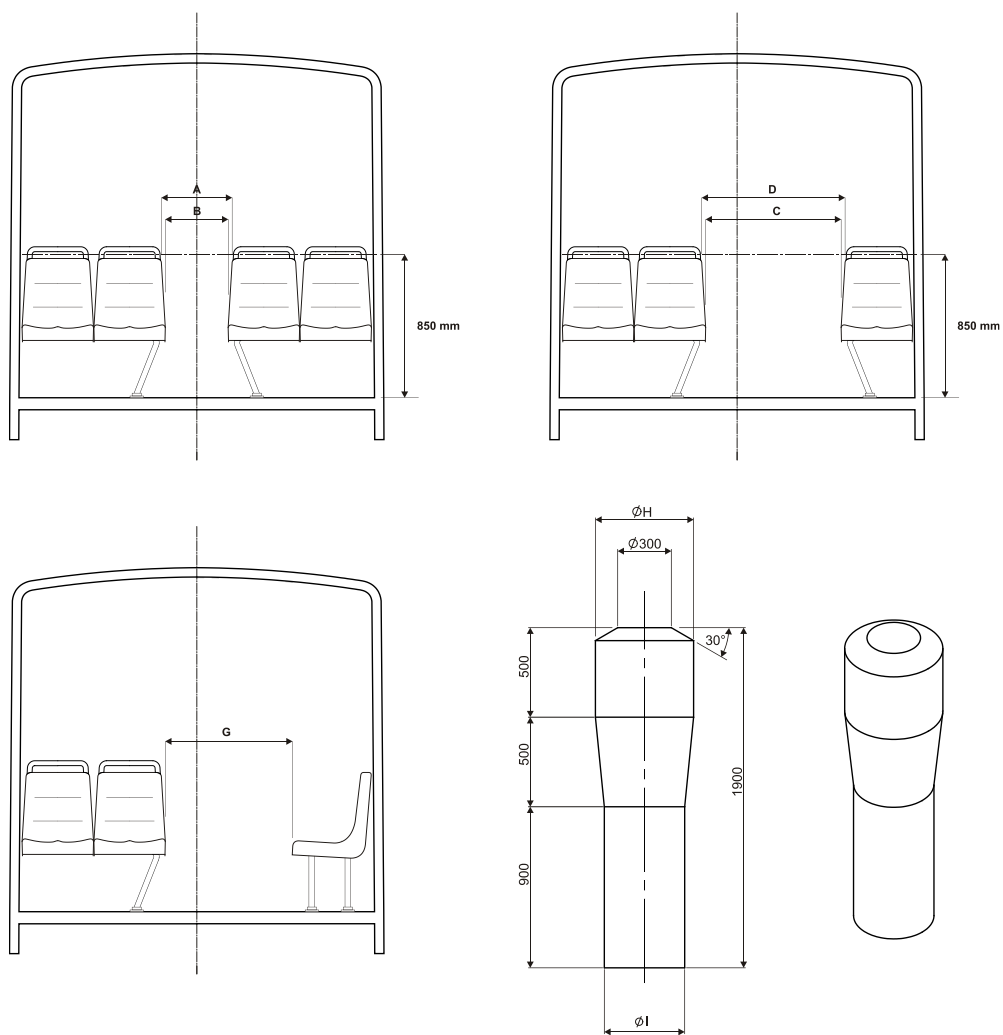


	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	40 MÍNIMO		PERCENTIL 95°
B	200 MÍNIMO	4, 5, 8 y 20	PERCENTIL 95°
C	160 MÍNIMO	37	PERCENTIL 95°
D	1300 MÍNIMO	24 y 25	PERCENTIL 95°
E	380 - 420	21	BAJO DEFORMACIÓN DE USUARIO PERCENTILES DEL 5° AL 50°
F	225 MÍNIMO	5 y 20	PERCENTIL 95°
G	400 MÍNIMO	26	PERCENTIL 5°
H	6° - 11°		
I	95° - 105°		
J	685 MÍNIMO	24	PERCENTIL 95°
K	350 - 400	23	PERCENTIL 5°
L	280 MÍNIMO	24	PERCENTIL 95°
M	300 - 560	25, 33 y 34	PERCENTIL 95°
N	100 MÍNIMO	38	PERCENTIL 95°
O	850 - 950	3	PERCENTIL 95°

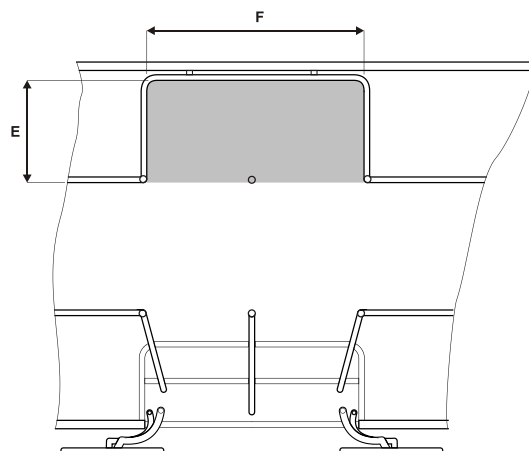
Asientos de pasajeros, descripción de medidas

- A= Holgura entre agarradera y respaldo
- B= Mitad del ancho del respaldo a una altura de 850 mm respecto al piso donde apoya los pies el pasajero sentado
- C = Distancias horizontal entre la parte más extrema lateral del asiento a soportes o base vertical
- D= Distancias entre asientos orientados uno frente a otro, tomando como punto de referencia el P.R.A.
- E= Altura del asiento con acojinamiento comprimido tomado a punta del asiento
- F = Mitad de ancho del asiento
- G= Altura vertical del respaldo con respecto al P.R.A.
- H= Ángulo de asiento con respecto a la horizontal
- I= Ángulo entre asiento y respaldo
- J= Distancia entre asientos colocados en el mismo sentido tomada a 150 mm de altura del respaldo con respecto al P.R.A.
- K= Profundidad de asiento
- L= Distancia entre punta del asiento y cualquier obstáculo frente de este
- M= Distancia horizontal de la punta del asiento a cualquier obstáculo al piso
- N= Altura mínima necesaria para pies
- O= Altura del eje de la agarradera del asiento al piso

Pasillos y espacios para viajar de pie



DISPOSITIVO PARA PRUEBA DE PASILLOS



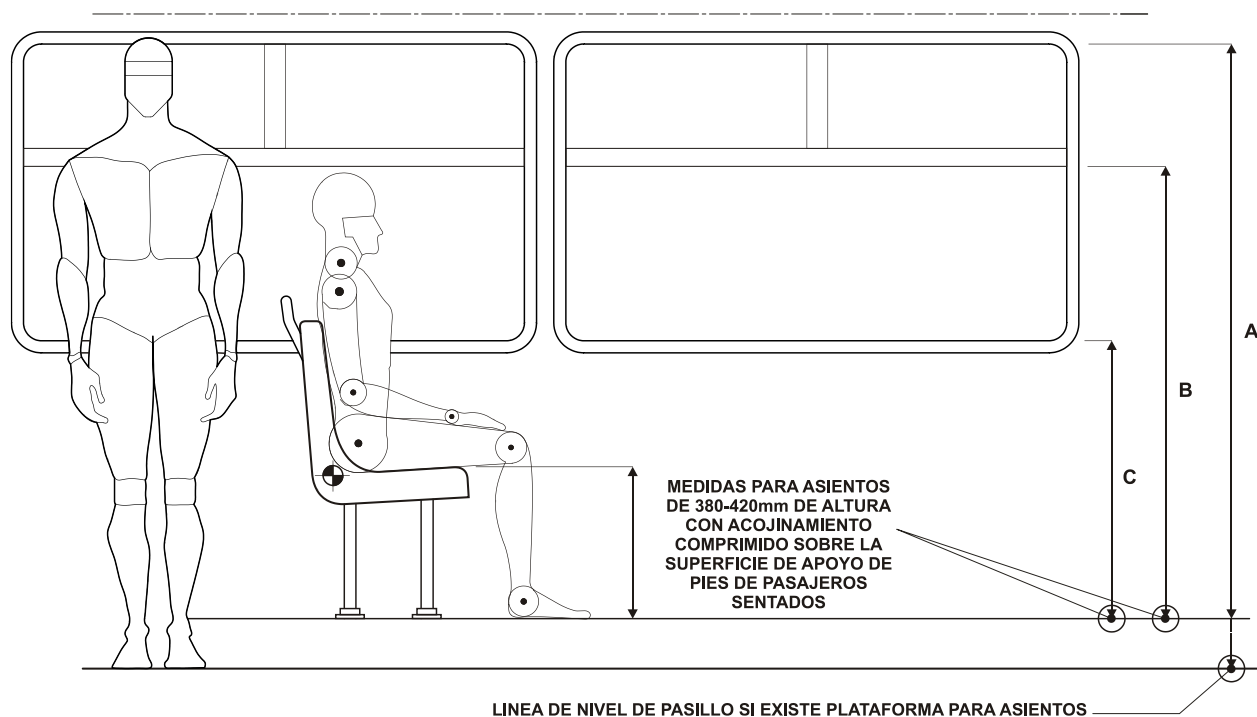
VISTA SUPERIOR DE AREA QUE OCUPA EN EL PISO
LA ZONA PARA ESTAR DE PIE FRENTE A LA PUERTA
CONOCIDA COMO "CORRALILLO"

	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	600 MÍNIMO	4 y 5	PERCENTIL 95°
B	550 MÍNIMO	20	PERCENTIL 95°
C	1000 MÍNIMO	20	PERCENTIL 95°
D	1045 MÍNIMO	4 y 5	PERCENTIL 95°
E	750 MÍNIMO	I y J	
F	1200 - 1500	I y J	
G	965 MÍNIMO	4, 5, 8 y 9	PERCENTIL 5°
H	550	4 y 5	PARA AUTOBUS DE SERVICIO URBANO
I	450	20	PARA AUTOBUS DE SERVICIO URBANO

Pasillos y espacios para viajar de pie, descripción de medidas

- A= Ancho de pasillo entre dos mancuernas a una altura de 850 mm de altura con respecto al piso del pasillo
- B= Ancho de pasillo entre dos mancuernas a la altura del P.R.A., tomada de asiento a asiento.
- C = Ancho de pasillo entre un asiento individual y una mancuerna, a la altura del P.R.A.
- D= Ancho de pasillo entre un asiento individual y una mancuerna a 850 mm de altura con respecto al piso del pasillo
- E= Ancho del rectángulo que define el área de un corralillo
- F = Largo del rectángulo que define el área de un corralillo
- G= Ancho de pasillo definido por la distancia horizontal entre la punta de un asiento colocado hacia la unidad y una mancuerna
- H= Diámetro del cilindro superior del dispositivo de prueba de pasillos
- I= Diámetro del cilindro inferior del dispositivo de prueba de pasillos

Ventanillas



	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	1750 MÍNIMO	K y L	ÓPTIMO 1800 mm
B	1300 MÍNIMO	16, 17, 18, K y L	PERCENTIL 95°
C	700 MIN. / 525 MIN.	19 y 20	PERCENTIL 95°, AUTOBUSES PISO NORMAL/AUTOBUSES PISO BAJO EN ASIENTOS EN PLATAFORMA O SOBRE TOLVA DE RUEDAS

Ventanillas, descripción de medidas

- A= Altura mínima del borde superior del claro acristalado de la ventanilla a la superficie del pasillo
- B= Altura mínima del piso o superficie donde apoyan los pies los pasajeros sentados a cualquier elemento divisorio o estructural, horizontal de la ventanilla.
- C = Altura mínima del borde inferior del claro acristalado al piso ó superficie donde apoyan los pies los pasajeros sentados.

Determinación del número de pasajeros que puede albergar una unidad

Un aspecto esencial que impacta directamente al confort de los vehículos de transporte colectivo, es el relacionado con su capacidad de traslado de usuarios, tanto sentados como de pie.

El grado de confort que se desea conseguir en la proyectación del vehículo, en relación con la capacidad de pasajeros a trasladar, establece mediante el siguiente procedimiento; a continuación se ejemplifica un caso en particular, a partir de un área de habitáculo y peso bruto vehicular determinados, utilizando como referencia y guía el procedimiento que recomienda la publicación técnica editada por la organización de las Naciones Unidas e intitulada "TECHNICAL REQUERIMENT FOR POWER DRIVEN VEHICLES AND PARTS AND EQUIPMENT APROVED BY THE GROUP OF EXPERT ON THE CONSTRUCTION OF VEHICLES (WP-29) PART A-B/ECE/TRANS/25/ONUDI".

El confort funcional del área de pasajeros de pie en un vehículo, dependerá del índice de área mínima ocupada por número de pasajeros seleccionado: 4 pasajeros por metro cuadrado para **máximo confort**, 6 pasajeros por metro cuadrado nivel **confortable**, 8 pasajeros por metro cuadrado **acceptable** y 10 pasajeros por metro cuadrado **máximo acceptable**.

Ejemplificación del cálculo de capacidad de pasajeros, por área disponible de habitáculo y peso bruto vehicular (P.B.V.) en un vehículo.

Variables:

SSP =	Área mínima que ocupa un pasajero de pie
Q=	Peso promedio de pasajeros
ASM=	Área mínima que necesita un asiento individual (largo x ancho)
ASI=	Área mínima que necesita un asiento tipo mancuerna
S1=	Área total para pasajeros de pie
AC=	Área libre de piso cuya altura vertical no es superior a 1850 mm
AT=	Área total del piso del habitáculo
AE=	Área de escaleras
NAI=	Número de asientos individuales
NAM=	Número de asientos mancuerna
OP=	Área que ocupa el operador
PD=	Número de pasajeros de pie
N1=	Número de pasajeros de pie y sentados con base a capacidad de carga incluyendo al operador
P.B.V.=	Peso bruto vehicular
P.V.=	Peso vehicular
N2=	Número de pasajeros, de pie y sentados con base en área disponible del habitáculo

Para éste ejemplo se utilizarán medidas hipotéticas e información de la Unión Internacional de Transporte Público (UITP).

En el caso de una unidad real se toman las medidas que resulten del diseño.

Las medidas serán:

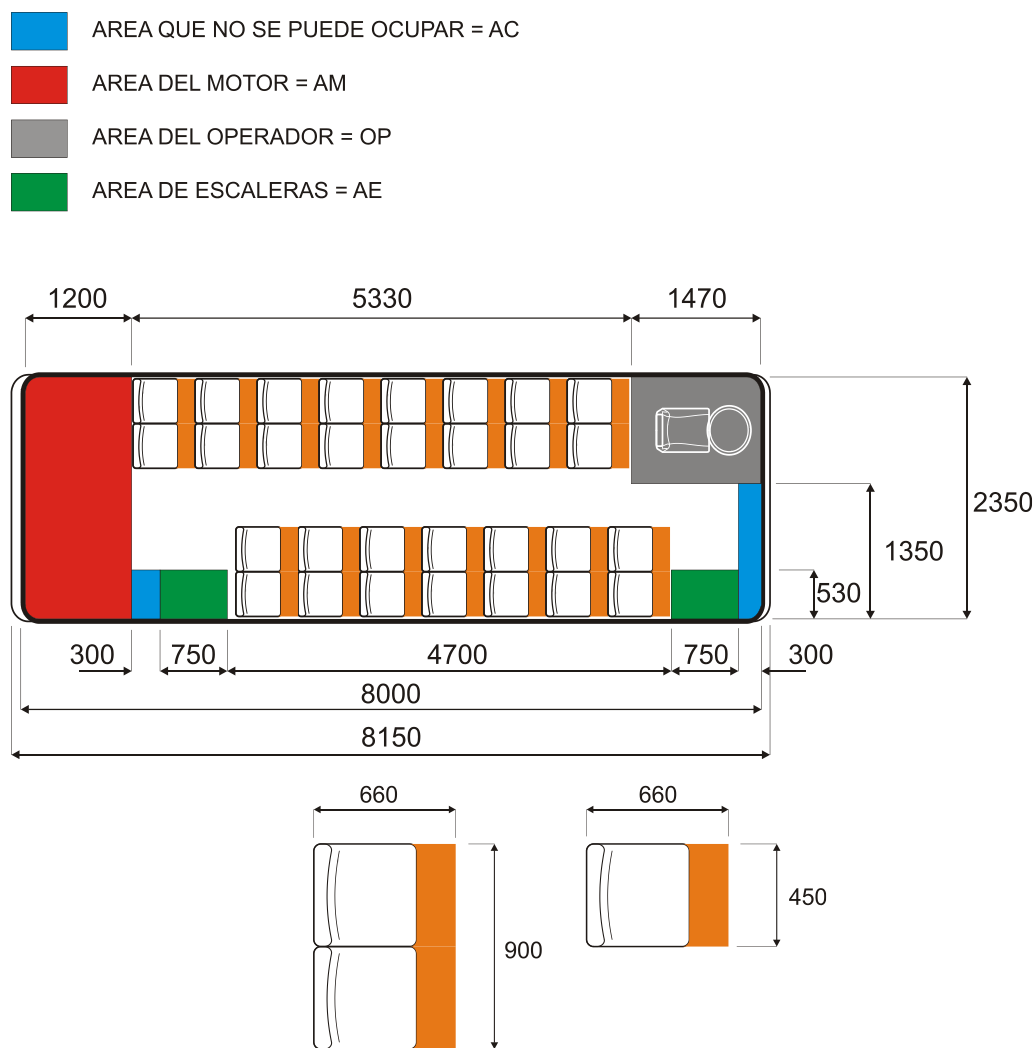
Largo total de la unidad = 8150 mm

P.B.V = 12000 Kg

P.V= 7500 Kg.

Ancho interior = 2350 mm

La planta esquematizada del vehículo, incluyendo el habitáculo y zona del motor es la siguiente:



ÁREA DE ASIENTOS

Área que ocupa asiento: mancuerna = ASM

Área que ocupa asiento: individual = ASI

NOTA: Los asientos de banca trasera son tomados cada uno como asientos individuales

$$AT = (8000 \times 2350) - (1200 \times 2350) = 15,980,000 \text{ mm}^2$$

NAI = En este caso hemos decidido no utilizar asientos individuales = 0

Determinación del número de asientos en mancuerna (NAM)

Una forma adecuada es la determinación con base en la longitud libre en los costados del habitáculo "Di" y "D2" y la longitud del área de asientos 660 mm.

$$D1 = 5330$$

$$D2 = 4700$$

El número de asientos del lado izquierdo $D1/660 = 8.07$ que se redondea a el inmediato inferior que es = 8 asientos.

El número de asientos del lado derecho $D2/660 = 7.12$ que se redondea a el inmediato inferior que es = 7 asientos.

NAM = número de asientos izquierdo + número de asientos derecho = 8 + 7

NAM = 15 asientos.

$$ASI = 660 \times 450 = 297,000 \text{ mm}^2$$

$$ASM = 660 \times 900 = 594,000 \text{ mm}^2$$

$$AC = (300 \times 1350) + (300 \times 530) = 564,000 \text{ mm}^2$$

$$OP = 1470 \times 1000 = 1,470,000 \text{ mm}^2$$

$$SSP = 0.125 \text{ m}^2 \text{ (8 pasajeros por m máximo adecuado)}$$

$$AE = (750 \times 530) \times 2 = 795,000 \text{ mm}^2$$

$$Q = 68 \text{ Kg. (peso promedio de un pasajero)}$$

$$S1 = AT - (NAI \times ASI) - (NAM \times ASM) - AC - AE - OP$$

$$S1 = 15,980,000 - (0 \times 297,000) - (15 \times 594,000) - 564,000 - 1,470,000$$

$$S1 = 5,036,000 \text{ mm}^2 = 5.036 \text{ m}^2$$

$$PD = \text{número de pasajeros de pie} = 22$$

$$PD = S1/SSP = 5.036 \text{ m}^2 / 0.125 \text{ m}^2 = 40.28 \text{ se redondea A } 40,$$

$$PD = 40 \text{ pasajeros}$$

$$N2 = NAI + 2 \times NAM + S1/SSP = NAI + NAM + PD = 0 + 2 \times 15 + 40 = 70$$

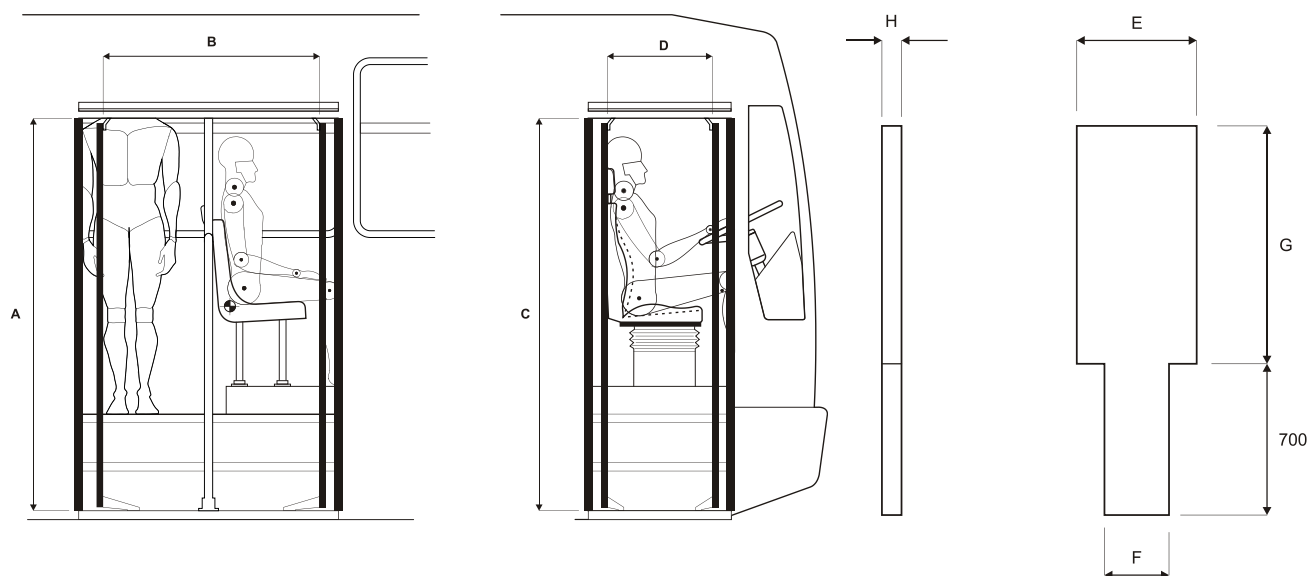
$$N2 = 70 \text{ pasajeros}$$

$$N1 = \frac{P.B.V. - P.V.}{Q} = \frac{12,000 \text{ Kg.} - 7500 \text{ Kg.}}{68 \text{ kg}} = 4500 \text{ Kg} / 68 \text{ kg} = 66.17 \text{ Redondeado} = 66$$

Si se cumple $N1 / (N2 + 1)$ igual o mayor a uno entonces el número de pasajeros será = N2 en éste caso $66/71 = 0.94$, por lo tanto el número correcto y adecuado de pasajeros que se pueden transportar es igual a N1 menos el operador esto es 65 pasajeros.

Es de hacerse notar que en éste ejemplo se han omitido detalles, que se deben de tomar en cuenta, como el volumen de las tolvas de ruedas que en algunos casos obligan a poner los asientos de forma diferente, por lo cual es necesario utilizar el criterio para tener un cálculo lo más próximo a la realidad. En el caso de la unidad de ejemplo se considera un piso del habitáculo plano sin protuberancias y sólo una colocación de bancas en filas orientadas en dirección de avance del vehículo.

Puertas de servicio



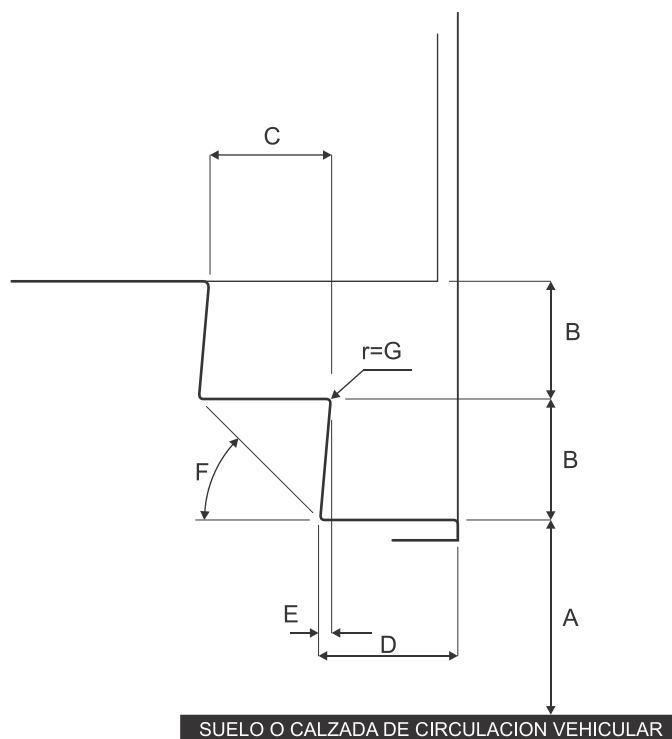
Dispositivo para comprobar que la puerta (claro libre) tenga las dimensiones mínimas adecuadas, si el dispositivo pasa por las puerta, esta tiene las medidas adecuadas

	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	1900 MÍNIMO	1	PERCENTIL 95°
B	1200 - 1500	4, 5, 8, 9 Y 10	PERCENTIL 95°
C	1900 MÍNIMO	1	PERCENTIL 95°
D	650 - 900 / 1200 - 1500	4, 5, 8, 9 Y 10	PERCENTIL 95° Servicio de con cobro o supervisión de acceso por operador/ Servicio tipo BRT (prepago o cobro en estación ó parada)
E	460 -550	4, 5 y 8	PERCENTIL 95°
F	300 - 400	15 y 20	PERCENTIL 95°
G	1100 - 1200	1 y 13	PERCENTILES 5° y 95°
H	100 MÍNIMO		

Puertas de servicio, descripción de medidas

- A = Claro vertical mínimo de la puerta doble
- B= Claro horizontal mínimo de la puerta doble
- C= Claro vertical mínimo de la puerta sencilla
- D= Claro horizontal mínimo de puerta sencilla
- E= Largo del prisma superior del dispositivo comprobador del claro útil de puertas.
- F= Largo del prisma inferior del dispositivo comprobador del claro útil de puertas.
- G= Alto del prisma superior del dispositivo comprobador de puertas
- H= Ancho de los prismas superior e inferior del dispositivo comprobador de puertas.

Escaleras y estribo (altura suelo piso de entrada a la unidad)



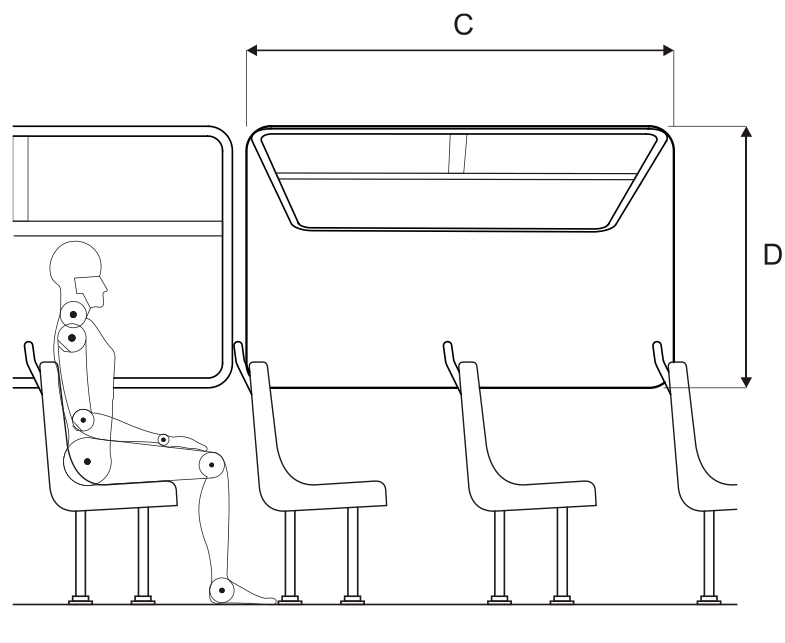
	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	250 - 400		400 MÁXIMO, PARA CASO DE AUTOBÚS DE PISO BAJO ALTURA SUELO A PISO
B	270 MÁXIMO		ÓPTIMO 170
C	250 - 320	33 y 34	PERCENTIL 95°
D	280 MÍNIMO	33 y 34	PERCENTIL 95°
E	25 MÁXIMO		
F	28° - 45°		ÓPTIMO 28° - 34°
G	5 MÍNIMO		

Escaleras, descripción de medidas

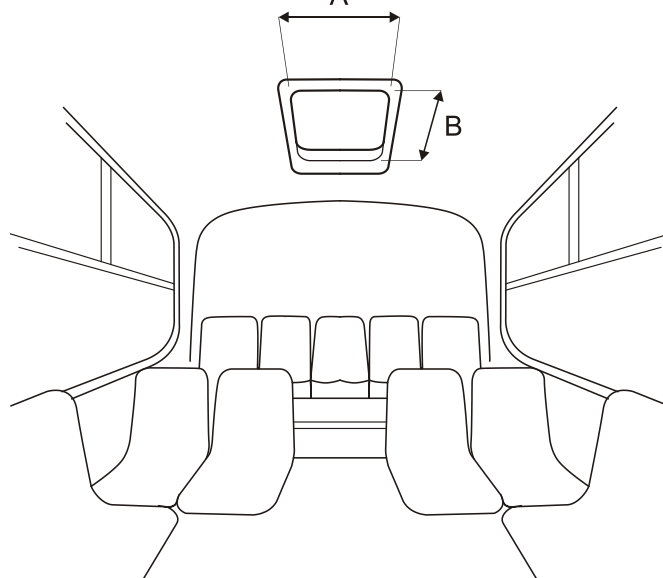
- A = Altura de estribo a piso con el vehículo sin carga, y en el caso de autobús de piso bajo representa la altura del suelo al piso de la entrada de la unidad
- B = Peralte ó altura de escalones
- C = Huella
- D = Profundidad del estribo
- E = Remetimiento
- F = Ángulo de escalones
- G = Radio de aristas de las narices o filos de escaleras

Salidas de emergencia

VENTANILLAS



VENTANILLAS
A



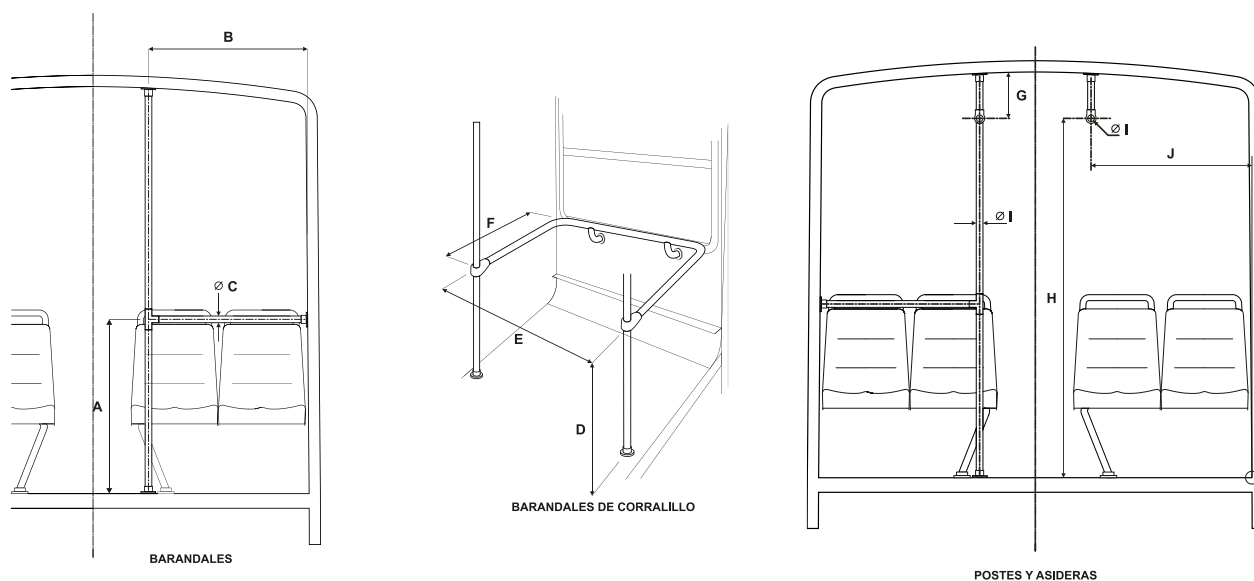
ESCOTILLAS

	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	550 MÍNIMO	4, 9 y 15	PERCENTIL 95° (NO PARA TROLEBUSES)
B	550 MÍNIMO	4, 9 y 15	PERCENTIL 95° (NO PARA TROLEBUSES)
C	700 MÍNIMO	4 y 9	PERCENTIL 95°
D	500 MÍNIMO	4 y 9	PERCENTIL 95°

Salidas de emergencia, descripción de medidas

- A = Ancho del claro libre de la falleba o escotilla
- B = Largo del claro libre de la falleba o escotilla
- C = Largo del claro libre de la ventanilla de emergencia
- D = Altura del claro libre de la ventanilla de emergencia

Dispositivos para desplazarse o sujetarse

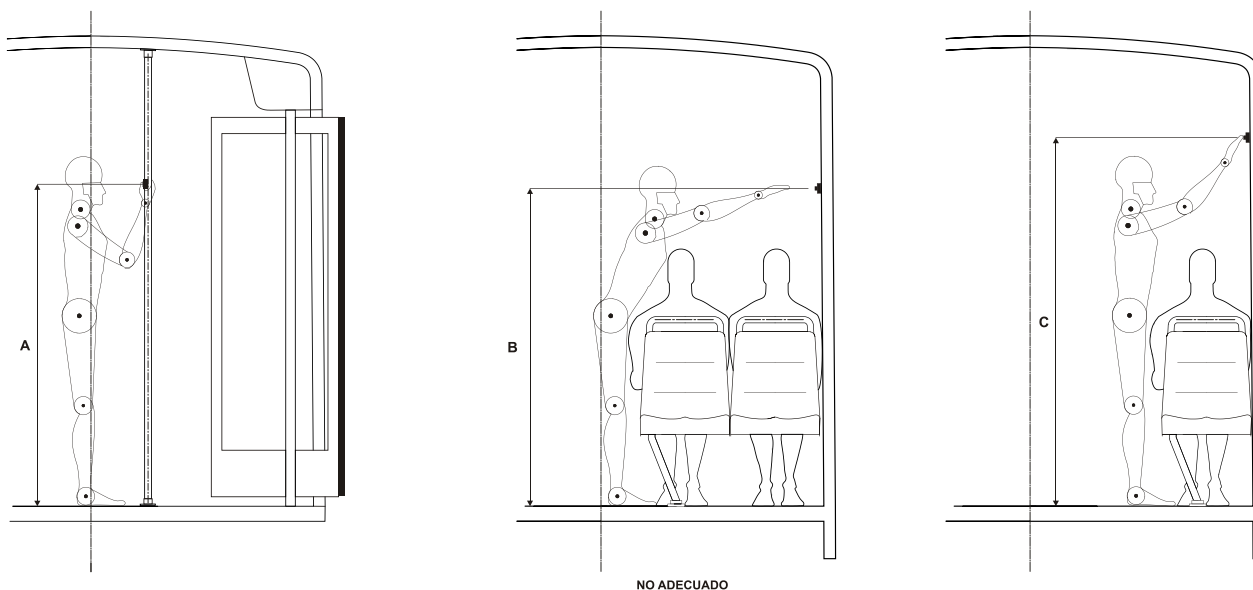


	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	840 - 960	3	PERCENTIL 95°
B	850 MÍNIMO		
C	25 - 40	29	PERCENTIL 5° A 95°, 32 OPTIMO
D	840 - 1200	3	PERCENTIL 95°
E	1000 - 1200	I y J	
F	750 MÍNIMO		
G	40 MÍNIMO		
H	1750 - 1800	6 y E	PERCENTIL 5°
I	25 -40	29	PERCENTIL 5° A 95°
J	550 - 750	4, 6, 16, 20 y E	PERCENTILES 95°, 95°, 5° y 95° RESPECTIVAMENTE 650 MAS ADAPTABLE

Asideras, postes y barandales, descripción de medidas

- A= Altura del centro de barandal al piso
- B= Largo del barandal
- C= Diámetro del barandal
- D= Altura del centro del barandal del corralillo al piso
- F= Ancho de barandales de corralillo
- G= Holgura mínima entre asidera y recubrimiento interior del toldo
- H= Altura de centro de asidera al piso de la unidad del pasillo
- I= Diámetro de asidera o poste
- J= Distancia horizontal de eje de asidera a unión piso costado en la parte interior

Botones de aviso de parada

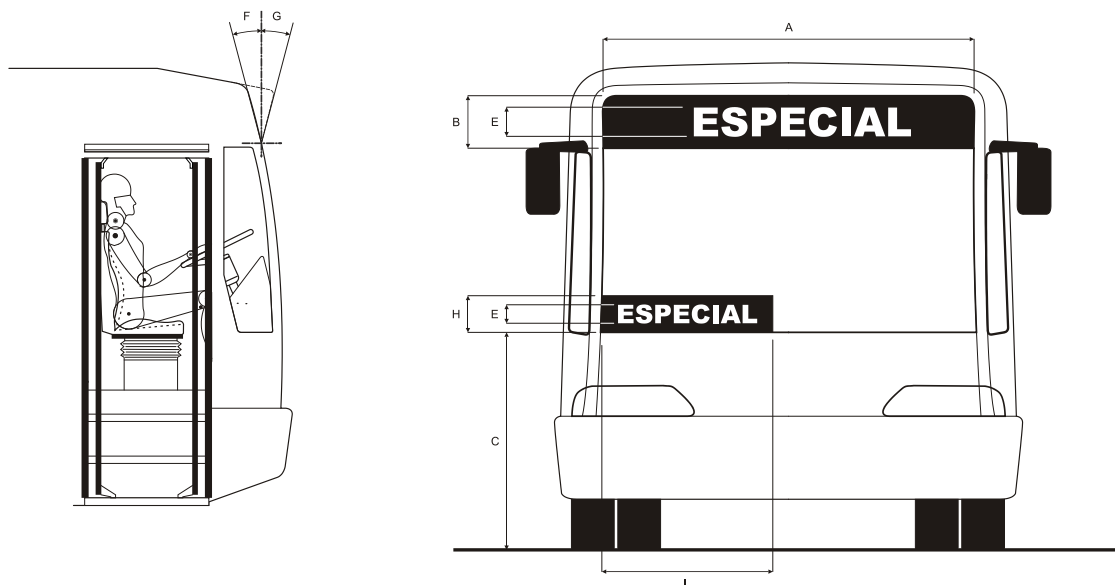


	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	1600 - 1700		
B	1350 - 1400	13 ,16, 20, 26, D y E	PERCENTIL 95°, NO SE RECOMIENDA LA UBICACIÓN
C	1820 - 1850	D y E	

Timbres, descripción de medidas

- A= Altura de un interruptor de timbre colocado en un poste.
- B= Altura de un timbre que se encuentra en un costado en donde están ubicadas una mancuerna que se interpone entre este y el pasajero.
- C= Altura de un interruptor de timbre colocado en un costado y que entre éste y el usuario se interpone un asiento sencillo.

Letrero de ruta



	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	1400 MÍNIMO		
B	250 MÍNIMO		
C	1280 MÍNIMO		
D	150 MÍNIMO		
E	90 MÍNIMO		
F	15° MÍNIMO		
G	15° MÁXIMO		
H	180 MÍNIMO		
I	1050 MÍNIMO		

Letreros de ruta y derroteros, descripción de medidas

- A= Ancho mínimo del claro libre del letrero de ruta para servicio urbano
- B= Altura mínima del claro libre del letrero de ruta para servicio urbano
- C = Altura mínima del letrero de ruta con respecto del suelo y borde inferior del claro libre, para derroteros y/o vehículos foráneos.
- D= Altura mínima de letras de derrotero de ruta principal para servicio urbano.
- E= Altura mínima de letras de destino parciales o nombres extendidos de ruta.
- F = Inclinación máxima hacia atrás, del letrero de ruta con respecto a la vertical.
- G= Inclinación máxima hacia adelante, del letrero de ruta con respecto a la vertical.
- H= Altura mínima del claro libre del letrero de ruta para derroteros y/o vehículos foráneos
- I= Ancho mínimo del claro libre del letrero de ruta para derroteros y/o vehículos foráneos.

4.5 Requerimientos para el dimensionamiento de los vehículos y localización de sus componentes.

Con el objeto de que se utilicen adecuadamente las medidas antropométricas para los vehículos y sus componentes, propuestas, a continuación se plantean algunas orientaciones para su selección y aplicación, así como criterios que determinan la funcionalidad del vehículo y se encuentran directamente condicionadas por las dimensiones que se adopten.

Los requerimientos establecidos son sólo algunos de los más importantes a considerar y deberán adecuarse al concepto del vehículo que se está desarrollando. De ninguna forma se adoptarán de manera determinante. La creatividad y el ingenio en el desarrollo del vehículo enriquecerán sustancialmente los criterios enunciados, y con ello, el valor de uso y la funcionalidad del producto.

Llevar a un plano bidimensional o tridimensional, a través de modelos y prototipos, los requerimientos de localización e integración de componentes y sus medidas establecidas y seleccionadas, en función del diseño del vehículo en particular, resulta fundamental para comprobar mediante las pruebas que sean aplicables, la funcionalidad de las dimensiones y sus proporciones, utilizando como parámetro de evaluación a un usuario con medidas tipo.

A fin de proporcionar un orden a los requerimientos enunciados, se enlistan de acuerdo con los siguientes subtítulos:

- A. Área del operador
- B. Área de pasajeros
- C. Dispositivos para desplazarse o sujetarse

4.5.1 Área del operador

Para adecuar correctamente el puesto de conducción al operador es necesario que la colocación de todos los dispositivos y sistemas se haga conforme a un orden y teniendo un punto de partida desde el cual disponer los elementos. Utilizando dos opciones, una a partir de la columna de dirección y la otra en función a los pedales. La primera opción implica los siguientes pasos:

1. Proyectar la columna con una de las inclinaciones provistas por el proveedor de DINA, en las tablas (20° optima inclinación para autobuses), y a una altura del borde inferior al piso dentro del rango señalado, todo lo anterior tomando en cuenta su longitud y características funcionales. Si la columna es de tipo telescópico y/o de inclinación variable, se toma en cuenta la inclinación máxima que posibilita su mecanismo y retrayéndola se pone la altura del borde inferior del volante al piso del área del operador tomando de primera instancia la dimensión mínima enunciada.
2. Posicionada la columna como se indica en el punto anterior se determina el punto de referencia a utilizar del asiento; conforme a éste y el borde inferior del volante se coloca el asiento a 300 mm de distancia horizontal con su ajuste longitudinal a su máximo acercamiento y su ajuste de altura máximo, se comprueba que la distancia vertical entre el extremo inferior del volante y el PRA (punto de referencia del asiento) no sea menor a 240 mm; en caso de ser así, aumenta la altura de la columna para que exista ese claro mínimo; lo anterior para que el asiento con respecto a su base de los ajustes necesarios una vez fijado con respecto al volante y demás dispositivos de conducción.
3. Definida la posición de los mandos de dirección y el asiento del operador se determina la colocación de los pedales. El pedal del acelerador se recomienda situarlo a una distancia de 590mm comprendida entre su extremo inferior y el P.R.A del asiento, dispuesto en la posición que se indica en el índice 2, el pedal freno a una distancia de 750 - 770 mm (el pedal embrague no aplica para este vehículo) entre su centro y el PRA. Los pedales se dispondrán con la inclinación, altura y distancia con respecto a la columna de dirección indicada. Se considera también que la inclinación de los pedales está limitada por los pedales estandarizados que se le proveen a la empresa DINA.
4. Definido el puesto del operador, se traslada con el chasis o plataforma (que en el caso del desarrollo es integral no tiene chasis), ayudado de una figura humana plana articulada en el caso de un análisis bidimensional o un maniquí si es tridimensional, por medio de un plano 1:1 ó con el programa de CAD, se determina el posicionamiento del conjunto con base en las dimensiones de los dispositivos y el cuerpo humano, tomando en cuenta las posibilidades de visibilidad del operador colocado en diferentes posturas y en estimaciones de que localización será la más segura en la estructura portante. Cuando se ha determinado la posición óptima se adecúan la caja de dirección y su brazo, las tuberías hidráulicas y neumáticas, los brazos de cilindro, mandos por chicotes, forma y posición del accionamiento de cambios de sentido de marcha, etc.; a la situación y arreglo del puesto de mando.
5. Con respecto a la carrocería, definición del habitáculo y área que envuelve al operador, se tomarán en cuenta la visibilidad y su distancia segura y adecuada al parabrisas (el cual debe quedar al alcance del operador sentado), al costado izquierdo con su ventanilla, así como los espacios donde se colocarán los espejos retrovisores, que deberán ser vistos por el operador con sólo mover mínimamente su cabeza.
6. El operador deberá contar con una área determinada de conducción independiente de la de los pasajeros, lo cual se logra a través de la instalación de una mampara que deberá colocarse a una distancia determinada detrás de él, de forma tal que permita el ajuste horizontal a pedales del asiento, más una holgura de 100 mm mínimo.

7. El tablero se proyecta tomando en cuenta ante todo la visibilidad y manejo del operador, considerándose aspectos tales como la distancia de los indicadores a sus ojos, una inclinación que permita observarlos adecuadamente, el espacio disponible para colocarlo sin que estorbe sus movimientos de conducción, el alcance de brazos para el accionamiento de mandos, y que ningún elemento de conducción interfiera con la visibilidad hacia los instrumentos.

La segunda forma de organizar el área del operador es comenzar a partir de los pedales, tomando el borde inferior del acelerador y el centro del pedal de freno como puntos iniciales de referencia, determinando a partir de ellos la ubicación del asiento del operador, la columna y el volante de dirección con las mismas recomendaciones mencionadas en el índice dos que refiere la determinación del área del operador a partir de la columna de dirección; efectuándose a continuación las acciones señaladas en los índices 4, 5, 6, 7 y 8, importante de hacer notar es que el asiento de operador considerado debe posibilitar los ajustes mínimos horizontal de 160 mm y vertical de 100 mm la altura máxima del PRA al piso no deberá ser superior a 450 mm, salvo en el caso de sólo contar con una plataforma en la zona de pedales, con un desnivel de 100 a 150 mm con respecto a la plataforma apoya pies bajo el asiento, en cuyo caso su altura deberá de ser mayor. La altura óptima del asiento de operador se considera de 400 mm.

Si se instalan asientos con base que sólo posibilite ajustes combinados horizontales y verticales, se correrá y bajará hacia la columna de dirección fijándose en esa posición tomándose la medida al PRA como se indicó. Después se levantará a su máxima altura y se verá que la holgura vertical entre PRA y extremo inferior del volante sea la adecuada; en caso contrario se efectúan los ajustes necesarios.

Zonas y Espacios para la conducción adecuada del operador

Todos los seres humanos desarrollan sus actividades en un espacio tridimensional, en función al cual se localizan en un lugar determinado, en el que el alcance de sus extremidades junto con el de su tronco, les proporcionan una gama de diversas posibilidades de movilidad y accionamiento; a los cuales será necesario el suministrar la máxima utilidad, generando zonas de acción para disponer y colocar elementos y dispositivos de control que permitirán al hombre desarrollar adecuadamente sus actividades.

Espacio que para optimizar su uso al máximo porcentaje posible, será necesario el estudiar y determinar en función a los ejes x, y, z; a partir de un origen previamente definido, coincidente por lo general con un punto anatómico del hombre, considerando entre otros los aspectos siguientes:

- El alcance máximo de sus extremidades en todos sentidos,
- Sus movimientos articulares máximos de flexión, hiperextensión, abducción, aducción, eversión, extensión, rotación,
- La detección de puntos anatómicos que ante determinadas posiciones del cuerpo incrementan o disminuyen su movilidad,
- Zonas en las que a partir de cierta postura del cuerpo humano se mejora su accesibilidad, se puede aplicar una mayor fuerza, se tiene una mayor precisión de agarre o manipulación, o bien se tiene una mejor visión para percibir más fácilmente las cosas.
- Posturas o movimientos de las extremidades y tronco que ante determinado tiempo o repeticiones dejan de ser efectivas o cómodas.

Con base en lo anterior, a continuación se presentan algunos diagramas que muestran el espacio de habitáculo y las zonas de accionamiento más adecuadas para el área del operador, propuestas por la Sociedad de Ingenieros Automotrices (S.A.E.) (Fig. 4.5.1).

Los diagramas muestran las vistas lateral izquierda, frontal y superior del puesto del operador (Fig. 4.5.2), en función a los ejes x, y, z, teniendo como punto de origen, al equivalente del punto H.

En este caso, se refiere equivalentemente al punto H, porque en realidad se entiende que no existe solo un punto H, sino dos, representados por la intersección de las articulaciones fémur pelvis de cada pierna; sin embargo, en relación con el tema que se desarrolla y para fines prácticos sólo se considera un punto H, representado por el punto medio de la línea recta imaginaria que une a las dos intersecciones de las articulaciones fémur pelvis de cada pierna, siendo a su vez equidistante a estos.

Zonas y espacios para la conducción adecuada del operador

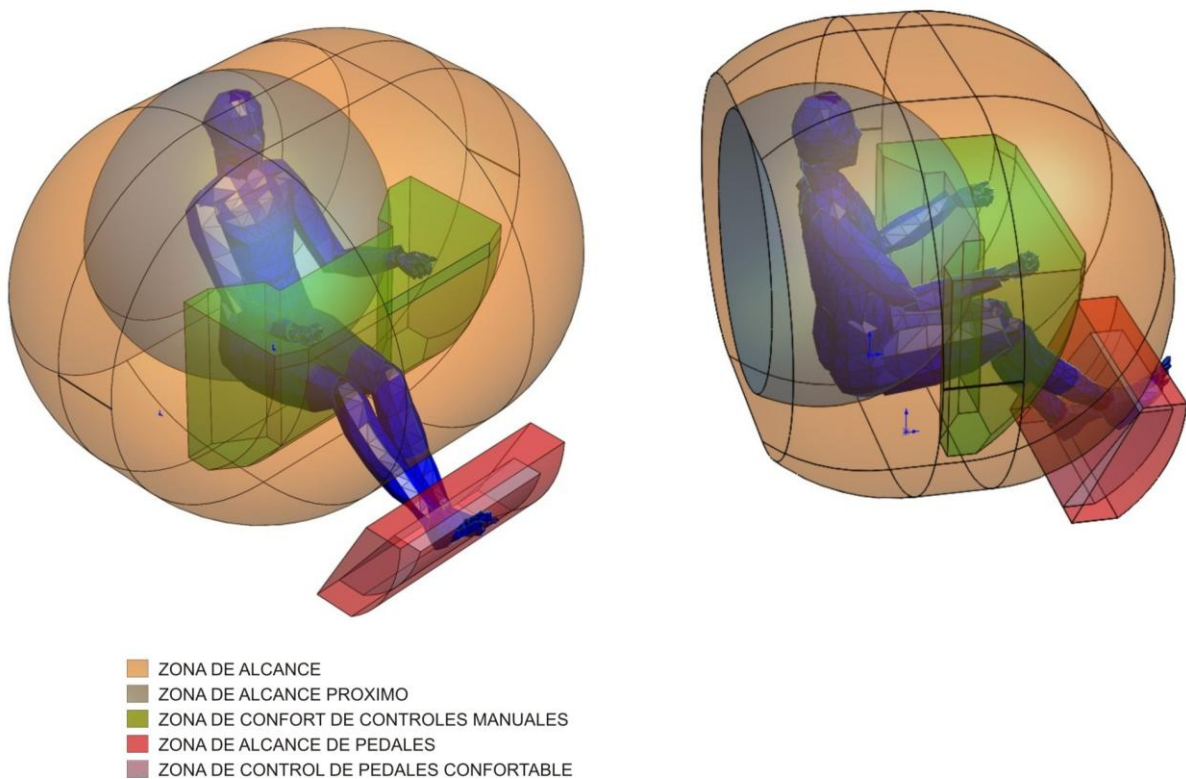


Fig. 4.5.1. Zonas y espacios para la conducción adecuada del operador (Imagen Propia con base en SAE (IPBS))

Diagrama 1, Vista lateral de las zonas del área del operador (IPBS)

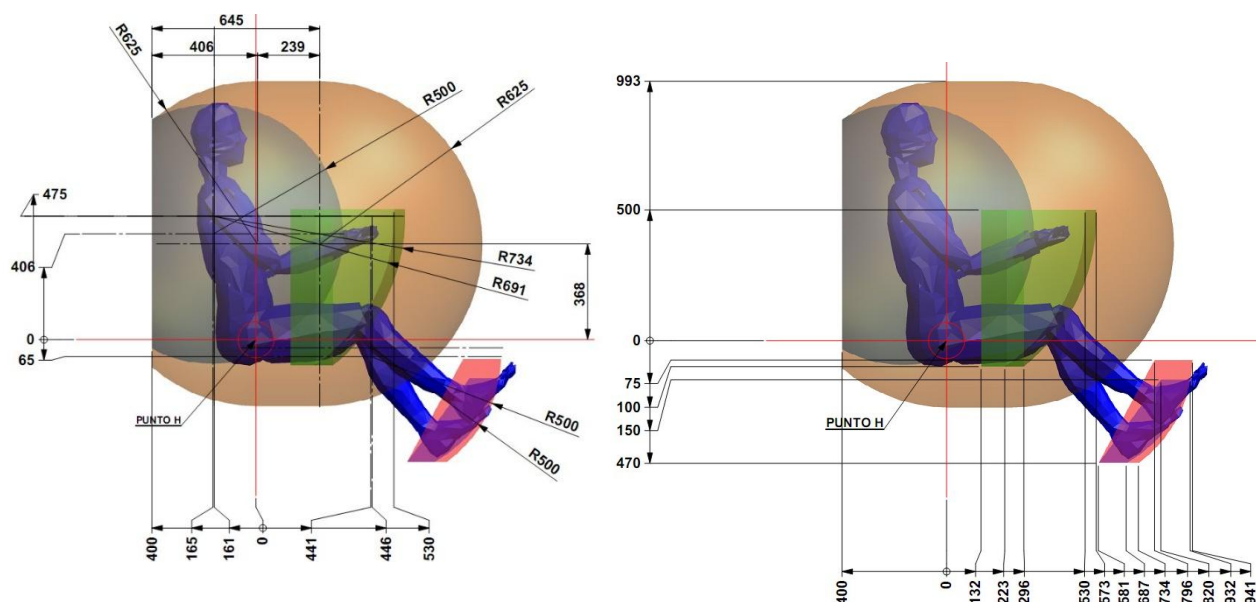


Diagrama 3, Vista superior de las zonas del área del operador (IPBS)

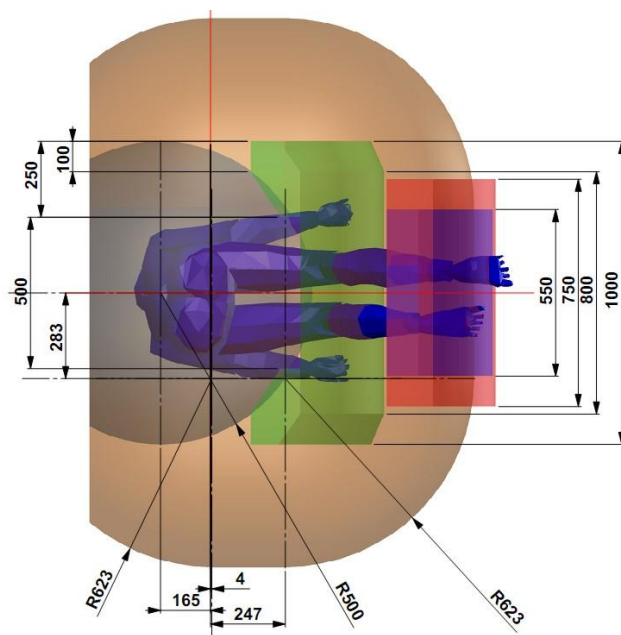


Diagrama 2, Vista frontal de las zonas del área del operador (IPBS)

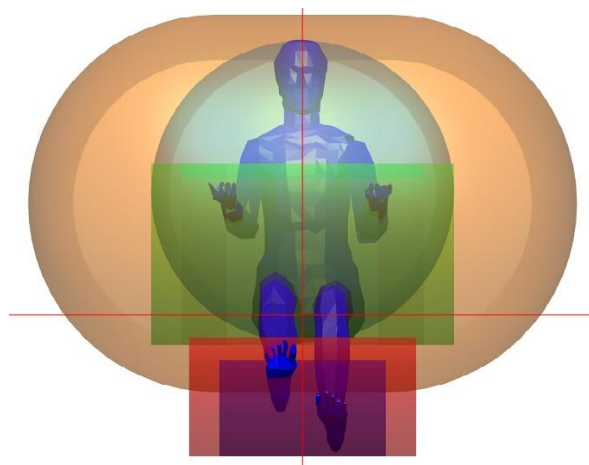


Fig. 4.5.2. Vistas de las zonas y espacios del puesto del conductor (IPBS)

Espacio mínimo para el puesto de operador

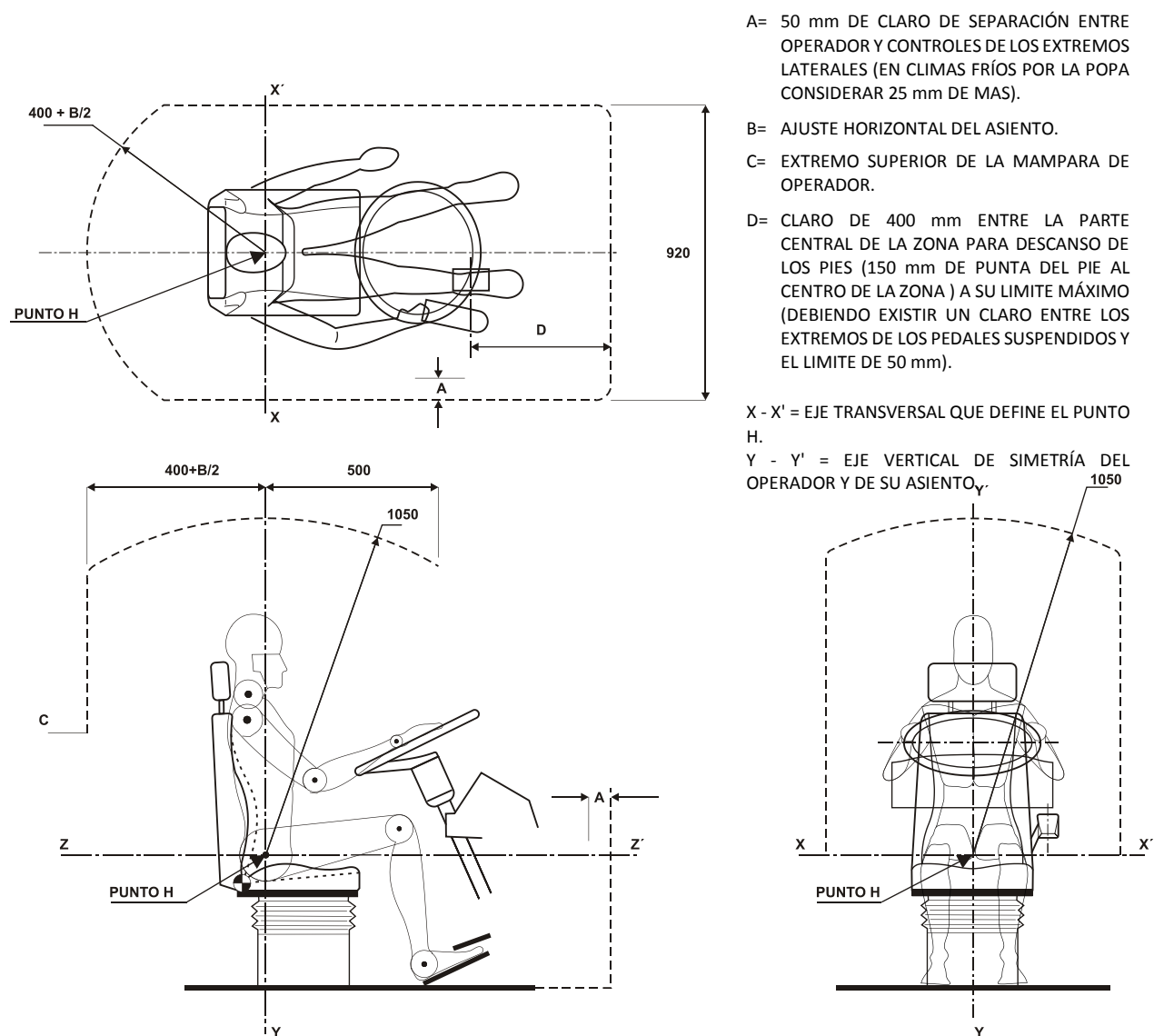


Fig. 4.5.3. Espacio mínimo del puesto del operador (Imagen Propia con base en SAE)

4.5.2 Área de pasajeros

Asientos

Para determinar el espacio que ocupan los asientos y así proyectar las dimensiones del habitáculo, se parte del área mínima que ocupan éstos en el piso, siendo para una banca doble una superficie inscrita en un rectángulo de 900 mm de ancho por 660 mm de largo, en un asiento sencillo 450 mm de ancho por 660 mm de largo.

La orientación de los asientos se sugiere sea en el sentido de avance de la unidad, no recomendándose orientarlos hacia su interior. En el caso de los asientos que quedan sobre tolvas de ruedas, se propone colocar dos de forma tal que queden respaldo con respaldo, uno dispuesto hacia el sentido de desplazamiento del vehículo y el otro en dirección opuesta. Si por alguna circunstancia la forma y dimensiones de las tolvas de ruedas no permiten esta disposición, es posible colocarles en la disposición no recomendada, viendo hacia el interior.

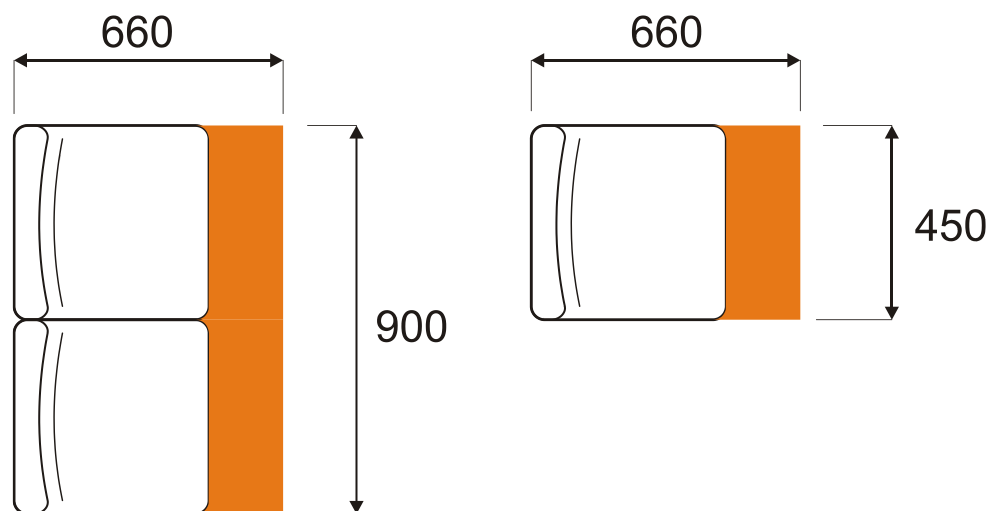


Fig. 4.5.4. Área mínima que ocupan los asientos (Imagen Propia)

Se pueden orientar algunos de los asientos sencillos al interior de la unidad siempre y cuando se coloque a su extremo un barandal contiguo.

Con el fin de evitar tolvas demasiado voluminosas y altas, se pueden instalar plataformas que levanten el área de los asientos, reduciéndose así su volumen y altura, posibilitando un piso casi plano y asientos con una orientación adecuada.

La distancia entre asientos no debe encontrarse supeditada a las dimensiones antropométricas de la distancia nalga-rodilla de los pasajeros, sino que deben contemplarse factores como el acceso de una persona al asiento contiguo al costado del vehículo en un asiento doble cuando el asiento próximo al pasillo está ocupado, en este caso deberá poderse acceder o salirse con tan sólo que el pasajero al extremo se rote orientado sus piernas hacia el pasillo.

Habrá que considerar también que las personas durante su traslado no adoptan una posición estática durante el transcurso de su viaje moviendo su cuerpo de una posición adaptada al respaldo y asiento, a desplazar su cuerpo hacia adelante unos 100 milímetros apoyando sólo la espalda en el respaldo, lo que implica que para mejorar la comodidad en servicios donde la mayoría de pasajeros tengan un viaje con duración mayor a 45 minutos, la distancia entre asientos se aumente 100 mm.

Ventanillas

Uno de los aspectos de mayor importancia para una buena visibilidad, comodidad y seguridad de los pasajeros que se trasladan tanto de pie como sentados, es la altura a la que deben de quedar los claros libres acristalados de las ventanillas, así como la altura de cualquier elemento estructural o de unión que las divida con respecto al piso del pasillo o en el caso de que existan las plataformas apoya pies de los asientos de la unidad. La altura más adecuada que delimita el borde superior de las ventanillas, con respecto a la superficie del pasillo, es de 1800 mm para vehículos de servicio urbano, siendo la mínima que permite una buena visibilidad al 95% de la población. No obstante por problemas con la estructura entre toldo y costado la dimensión recomendable para vehículos con capacidad mayor a 59 pasajeros es de 1750 mm y para vehículos de menor capacidad de 1700 mm.

En las ventanillas, cualquier elemento horizontal estructural o corredera de sus ventilas, no deberá invadir una franja con respecto a la superficie de apoyo para los pies de los pasajeros sentados, que comprenda una altura de entre 1000 mm a 1300 mm ya que no considerar esto causará una grave interrupción de visibilidad a los usuarios, propiciando el que alcen o bajen su cabeza, así como estén moviendo constantemente los ojos para sortear el obstáculo para observar el exterior. Los movimientos de su cabeza, aunados a los del propio vehículo le causarán malestares.

Para no alterar la visibilidad hacia el exterior de los pasajeros sentados, los elementos horizontales en ventanillas deberán contar a su vez con el menor ancho posible. La altura del borde inferior de la ventanilla a la superficie de apoyo para los pies de los pasajeros sentados no debe ser inferior a 700 mm para vehículos urbanos que no son de piso bajo, para el caso anterior se hace difícil el llegar a esta altura por la configuración misma del autobús por lo que una altura de 525 mm mínima es aceptable, para brindarles mayor seguridad en caso de accidente.

Un aspecto importante a considerar de las ventilas es también el relacionado con sus divisiones verticales, las cuales al igual que las horizontales provocan si están mal localizadas problemas de visibilidad y mareo en los pasajeros trasladados. Al ubicar las divisiones verticales en ventanillas se deberá evitar que coincidan con la posición de los usuarios sentados.

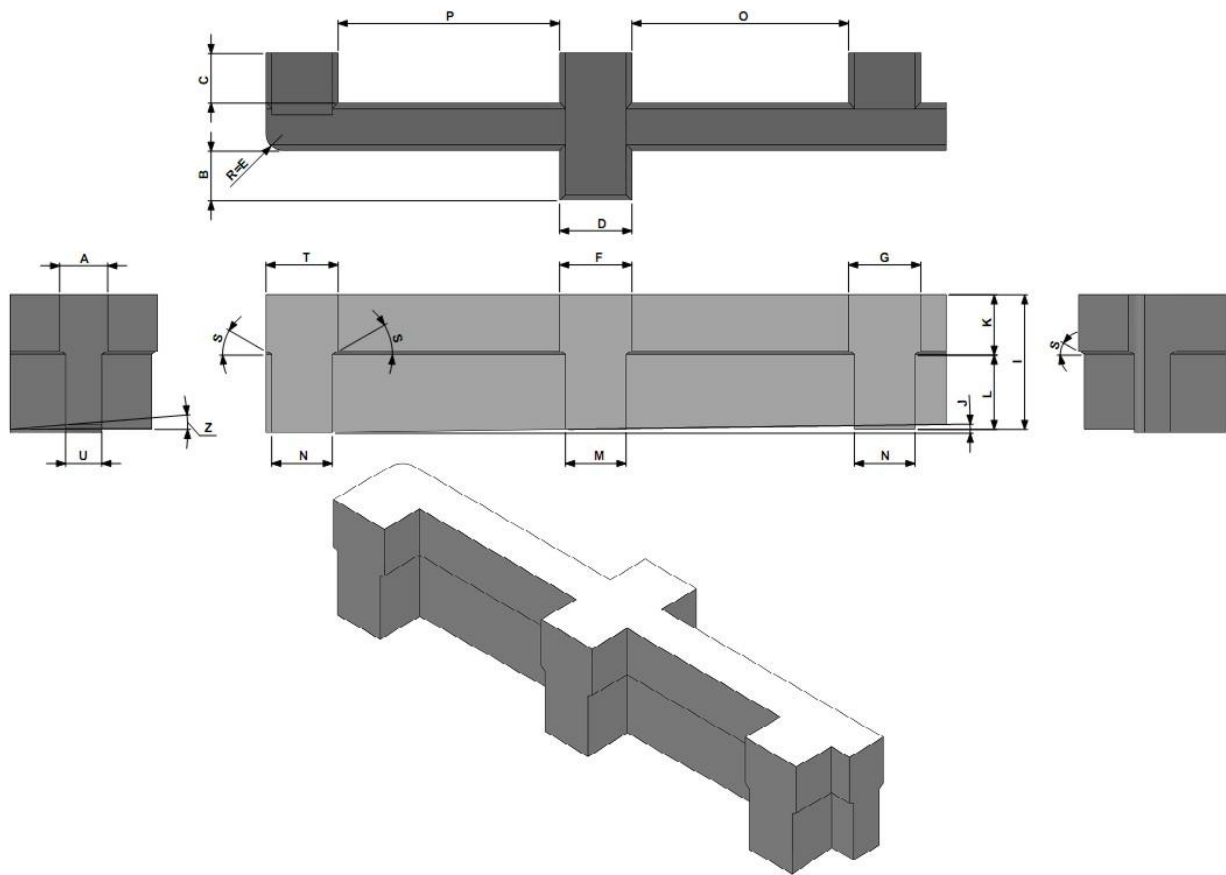
Pisos y pasillos

Los pisos y sobre todo los pasillos no deben presentar protuberancias superficiales, pudiendo tener declives con una pendiente de 3.5% a 5% como máximo, y de 8% máximo entre un pasillo sobre elevado y el pasillo normal.

Para el caso de evitar componentes mecánicos y/o estructurales del autobús, los pisos corridos sin plataforma, la pendiente máxima recomendada es de 3.5%.

Corralillos

Deberá tener un claro libre vertical correspondiente con su área de por lo menos 1900 mm; en él se podrán inscribir una prisma con base rectangular de 1000 a 1500 mm de largo, por 750 mm mínimo de ancho y un alto de 1900 mm.



Representación volumétrica de las zonas mínimas para circular y estar de pie en un autobús

Fig. 4.5.5. Volumen estandarizado de zonas mínimas para circular y estar de pie (Imagen Propia)

	RANGO DE MEDIDAS ADECUADAS	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y/O ERGONÓMICAS RELACIONADAS	OBSERVACIONES
A	450 - 1045	4 y 5	PERCENTIL 95°, OPTIMO 550 MÍNIMO
B	467 - 1062	I y J	ADECUADO 900
C	900 MÍNIMO		
D	750 MÍNIMO	I y J	
E	270 - 550		
F	1200 - 1500	4, 5, 8, 9 y 10	PERCENTIL 95°
G	650 - 1200	4, 5, 8, 9 y 10	PERCENTIL 95°
I	1950 - 2000	1	PERCENTIL 95°, ADECUADO 2000 MÍNIMO
J	2° - 3.43°		EN EL CASO DE UN AUTOBUS PISO BAJO PUEDE SER 0°, YA QUE ESTA INCLINACIÓN ES DEBIDA AL EJE POSTERIOR POR EL DIFERENCIAL
K	1000 MÍNIMO	1, 3, 4, 5 y 11	PERCENTIL 95°, 5°, 95°, 95° y 95° RESPECTIVAMENTE
L	900 MÍNIMO	1, 3, 4, 5 y 11	PERCENTIL 95°, 5°, 95°, 95° y 95° RESPECTIVAMENTE
M	800 MÍNIMO	9, 10 y 20	PERCENTIL 95°, 95° y 95° RESPECTIVAMENTE
N	400 MÍNIMO	9, 10 y 20	PERCENTIL 95°, 95° y 95° RESPECTIVAMENTE
O	5000 MÁXIMO		
P	5000 MÁXIMO		
R	1900 MÍNIMO	1	PERCENTIL 95°
S	30°		
T	650 - 1200	4, 5, 8, 9 y 10	PERCENTIL 95°
U	350 MÍNIMO	9, 10 y 20	PERCENTIL 95°
Z	ÁNGULO DE ESCALERAS O DE ESTRIBO A PISO, NO MAYOR DE 2° EN CASO DE AUTOBÚS DE PISO BAJO		

Zonas mínimas para circular y estar de pie en un autobús, descripción de medidas

- A= Ancho superior de zona central o pasillo
- B= Profundidad de la parte superior de zona del corralillo
- C= Profundidad de zona de escaleras
- D= Ancho superior de la zona de corralillo
- E= Radio superior del extremo anterior izquierdo
- F= Ancho superior del claro de la puerta central
- G y T= Ancho superior del claro de las puertas anterior y posterior
- H= Profundidad del claro del extremo superior de la zona de escaleras
- I= Alto de la zona de circulación y estancia de pie
- J= Inclínación del pasillo o piso de la unidad
- K= Altura mínima de la parte superior de la zona de circulación y estancia de pie
- L= Altura mínima de la parte inferior de la zona de circulación y estancia de pie
- M= Ancho de la parte inferior del claro de la puerta central
- N= Ancho de la parte inferior del claro de la puerta anterior y posterior
- O= Distancia del corralillo o puerta central al final de la zona posterior de circulación y estancia de pie
- P= Distancia del corralillo o puerta central al final de la zona anterior de circulación y estancia de pie
- R= Altura del claro de puertas
- S= Ángulo de transición entre la parte superior e inferior de la zona de circulación y estancia de pie
- T= Ancho superior del claro libre de puerta posterior
- U= Ancho inferior de zona central o pasillo
- Z= Ángulo de escaleras o piso de acceso del estribo al pasillo en autobuses de piso bajo

Accesos

Puertas de servicio

Se sugiere que tengan claros simétricos de forma rectangular, de tal manera que sus componentes al accionarse no disminuyan sus dimensiones de claro libre recomendadas.

Para México, debido a la idiosincrasia de su población, la puerta de acceso para autobús se limita a una dimensión de 650 a 900 mm, pero para sistemas BRT y en otras partes del mundo lo más adecuado y común es utilizar puertas dobles iguales a las de descenso, con dimensiones de entre 1200 a 1500 mm, de ancho. La distancia máxima entre puertas o entre estas y los extremos del habitáculo deben ser de 5000 mm, esto para reducir el recorrido e incomodidad del pasajero dentro de la unidad densamente cargada, hacia las puertas.

Escaleras

La forma más conveniente de la superficie de la huella de un escalón o estribo es la rectangular, con dimensiones tales que permita inscribir una plantilla rectangular de por lo menos 250 por 400 milímetros. Para el caso de un autobús de piso bajo sólo es de interés el estribo el cual se toma como pasillo de acceso ya que no tiene escaleras para ello.

El accionamiento de las puertas no deberá quitarle área útil a los escalones o el estribo. El volumen de la caja del mecanismo, ni los mecanismos de puertas no deberán interferir con ese claro.

Salidas de emergencia

Las salidas de emergencia: puertas, ventanillas, escotillas, y medallones deberán estar ubicados dentro de lo posible en zonas donde no existan obstáculos para facilitar el rápido desalojo del vehículo. En casos donde lo anterior no sea posible, como cuando se trata de vehículos de pasajeros para largas distancias de traslado, es recomendable que exista como mínimo una salida de emergencia accesible por cada par de asientos. Cada unidad vehicular por lo menos deberá contar con dos escotillas en el toldo, a excepción de aquellos cuyo funcionamiento sea con base en electricidad, alimentándose por medio de pértigas, troles o catenarias y/o bancos de sistemas de almacenamiento colocados en el toldo.

Asideras

Para posibilitar el desplazamiento seguro y cómodo de los pasajeros dentro del vehículo en movimiento, se sugiere colocar las asideras, a lo largo de la unidad, interrumpiéndose en el lado izquierdo al inicio de la mampara del operador, en el área del corralillo y en la sección por encima de la banca trasera (sólo si existe); mientras que en el lado derecho se interrumpirá en las puertas y en la sección por encima de la banca trasera. Las asideras colocadas en zonas de plataforma de asientos como es el caso de autobuses de piso bajo, deberán tener una altura tal que evite que los pasajeros al ingresar o salir de los asientos se golpeen con ellos, por lo que se recomienda elevarla de altura a una distancia cómoda para los pasajeros que se incorporan o salen de los asientos, lo que deja a los pasajeros de pie sobre el pasillo sin acceso a éstos, lo cual deberá subsanarse con agarraderas flexibles o cintillos, con altura recomendable para que estos también puedan sujetarse.

En el área del corralillo no es recomendable colocar asideras ya que causan incomodidad a los pasajeros, sobre todo a los de mayor estatura, con el vehículo lleno una considerable cantidad de usuarios se sujeta de ellas entorpeciendo la circulación en su interior, y sobre todo en el área de la puerta.

Las recomendaciones anteriores son aplicables al autobús y trolebús.

No es conveniente colocar una asidera central, única o adicional ya que entorpece la circulación del pasillo, permitiendo el hacinamiento de pasajeros en esta zona; además de incomodar a pasajeros de altura considerable. Tampoco es recomendable por razones de seguridad colocar asideras en sentido perpendicular al de la marcha del vehículo.

La distancia horizontal más adecuada entre la unión interior piso costado, a la asidera, depende si esta se encuentra del lado en el que se localizan mayoritariamente asientos individuales o de tipo mancuerna; para el primer caso la dimensión más conveniente es del rango de 550-650 mm, y para el segundo de 650-750 mm, haciéndose notar que 650 mm, es una medida compatible a ambos casos, pero no necesariamente la más adecuada.

Postes

Deberán colocarse como mínimo uno, en una puerta sencilla de ascenso y dos en una puerta sencilla de descenso, a cada uno de sus extremos y partiendo en ambos casos del área del piso contigua a las escaleras o estribo en el caso que aquí compete.

En el corralillo se sugieren colocar tres postes, dos en los extremos próximos al pasillo y uno en su centro alineado con ellos.

Se recomienda colocar los postes por lo menos a cada 1400 mm alternados y alineados en lo posible con las asideras.

Agarraderas

Estas se consideran como elementos muy útiles en vehículos de gran capacidad y que no necesitan escalera para el ascenso y descenso, al tener el piso del habitáculo al mismo nivel que el del paradero o andén. Se ubican en los extremos de las puertas, con las medidas mínimas recomendadas.

Las agarraderas en asientos deberán estar localizadas de preferencia lo más alto posible con respecto a las dimensiones indicadas, ya que así la mayor parte de la población podrá sujetarse de ellas con comodidad.

Pasamanos

De preferencia deberán ubicarse lo más alto posible, con respecto a las dimensiones indicadas en este Manual. De esta forma serán accesibles tanto a personas de baja, como de alta estatura.

Timbres

Se sugiere ubicarlos en los postes; si se decide colocarles en los costados del vehículo, no es recomendable que se sitúen en secciones donde hay asientos dobles o mancuernas.

El interruptor del timbre podrá ser accionado por una persona de percentil 1º, las dimensiones mínimas de un interruptor para ser colocado en los costados, postes y sobre puertas del vehículo es el equivalente a un círculo con un diámetro mínimo de 10 mm.

Completamente inadecuado será poner los interruptores en el toldo.

Letrero de ruta

Además de las dimensiones del claro del letrero de ruta, su inclinación y forma exterior, hay factores de importancia a considerar, tales como:

- A. Ubicación
- B. Iluminación
- C. Reflejos
- D. Distancia y ubicación de la manta o pantalla del derrotero

A) Ubicación

La ubicación más adecuada de un letrero de ruta, es en la parte superior del parabrisas, existiendo otras zonas al frente donde ubicarlo, según las necesidades del servicio, diseño del vehículo y características de la ruta. De acuerdo con lo anterior, su colocación en los vehículos para el servicio urbano la más adecuada es la opción recomendada arriba del parabrisas y al centro.

B) Iluminación

Debe incidir en forma constante en toda la superficie de la manta o pantalla, y en el caso de encontrarse detrás del parabrisas no deberá provocar reflejos de la luz del letrero al interior.

C) Reflejos

Este aspecto, al igual que el anterior punto, compete a la ergonomía, razón por la que sólo se mencionará que para determinar la inclinación del letrero de ruta se debe de tomar en cuenta, el factor de la latitud de la región donde circulará el vehículo, así como las inclinaciones de los rayos luminosos durante las épocas del año y horarios de servicio.

D) Distancia y ubicación de la manta o pantalla del derrotero.

Consideración que es poco tomada en cuenta y muchas veces pasada por alto, resultando un factor de importancia para la legibilidad del derrotero a la distancia entre uno a cinco metros en donde en algunas ocasiones, por la inadecuada separación entre manta o pantalla y límites exteriores del letrero, así como diferencias de inclinación entre la superficie de la primera con respecto a la inclinación exterior del cristal que le protege, se pierde buena parte de la visibilidad de su derrotero.

Lo más conveniente es que la distancia entre manta o pantalla y cristal o material transparente que la protege, no exceda los 40 mm; así como que las superficies tanto de la primera, como de la segunda, sean totalmente paralelas.

Iluminación interior del habitáculo

La iluminación interior debe contemplar el proporcionar a los pasajeros la capacidad de distinguir con claridad dentro del habitáculo su entorno, sin que produzca molestias en cuanto a los niveles de iluminación y orientación de luminarias, éstas deben evitar dirigirse directamente a la cara de los usuarios parados o sentados, y proporcionar una iluminación de 80 a 100 luxes sobre un plano a un metro del piso de color gris neutro, la ubicación de los plafones no debe dar lugar a que sean usados como asideras, de acuerdo con los lineamientos del Gobierno del Distrito Federal.

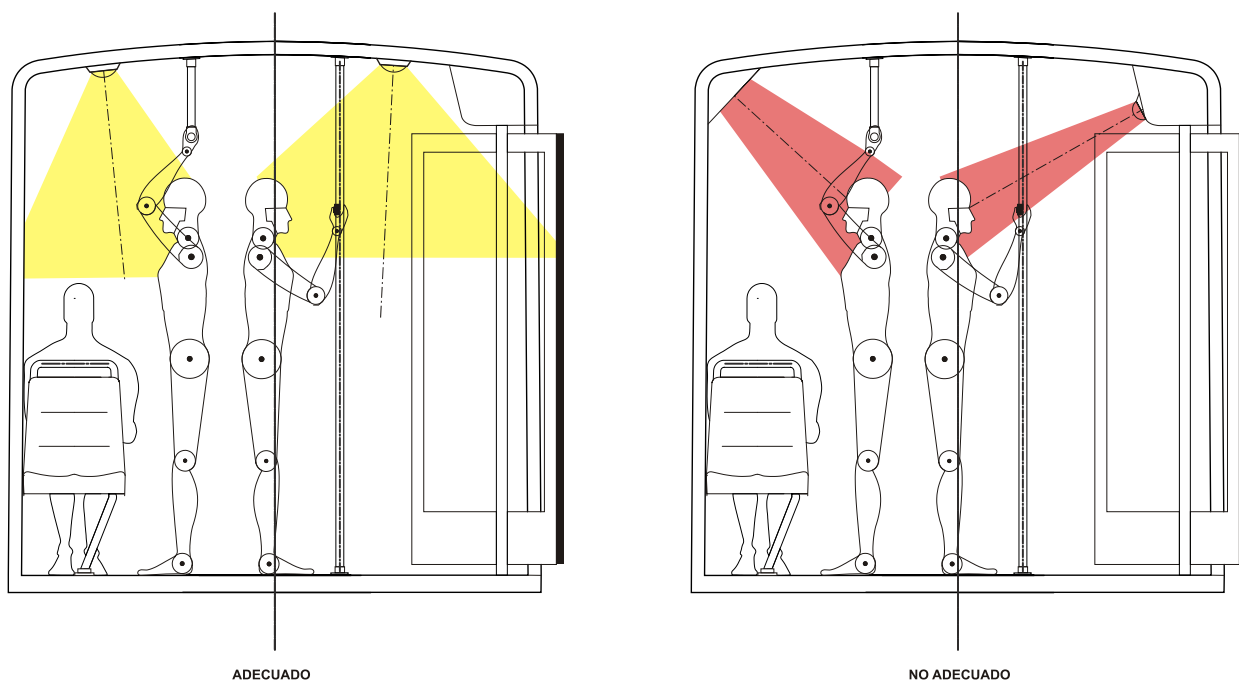


Fig. 4.5.6. Iluminación, disposición y orientación de luminarias en el habitáculo (Imagen Propia basada en los lineamientos del Gobierno del Distrito Federal)

4.6 Normas y lineamientos

La normatividad aplicada en la que se incluyen los lineamientos, reglamentos, recomendaciones y normas, utilizados y recopilados para poder determinar los requerimientos para el desarrollo de los proyectos, en su gran mayoría en el aspecto geométrico-dimensional, de maniobrabilidad, materiales, de antropometría, ergonomía y seguridad, se encuentran ya presentes en los lineamientos publicados en la Gacetas Oficiales del Departamento y después Gobierno del Distrito Federal de 1992-1996, realizados por el área Técnica respectiva de esa Entidad durante ese periodo de tiempo por el D.I. Gerardo Rodríguez Morales y el D. I. José Juan Martínez Nates, que fueron en su momento una armonización de reglamentación internacional sobre todo de la Unión Europea y los Estados Unidos, siempre inclinándose por la normatividad europea que estaba realizada en conjunción con los reglamentos de las Naciones Unidas en la materia.

Se tomó lo que era necesario de las normas DOT de la Unión Americana, debido a la influencia tecnológica que es una realidad en nuestro país como son los chasises, motores, ejes, cajas de transmisión, etc., que limitan los desarrollos en cuanto a características dimensionales y de maniobrabilidad, los desarrollos tecnológicos Norte Americanos son inferiores en especificaciones a sus homólogos Europeos, estando su tecnología y especificaciones para vehículos tipo autobús con un atraso de por lo menos treinta años con respecto de estos últimos, además de que los autobuses urbanos y foráneos norteamericanos se ajustan a una normatividad multipropósito, que restringe el desarrollo adecuado de estos modos de transporte, porque deben de cumplir regulaciones para poder ser utilizados en caso de emergencia como ambulancias y vehículos de evacuación, así también el trazado de sus ciudades y vialidades son más amplias y con mínimas curvas de amplitud mayor a lo que existe en Europa y sobre todo en nuestro país.

Los lineamientos realizados durante esa época no fueron una ocurrencia gubernamental, surgieron de la necesidad de mejorar el transporte en la Ciudad de México, fueron consensados, negociados y aprobados con la industria automotriz nacional compuesta por industria terminal y carroceros tanto de origen nacional como multinacional, representados por la Asociación Nacional de Productores de Autobuses Camiones y Tractocamiones (ANPACT), la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) y la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), así como con los gobiernos locales y federal, participando la Secretaría de Comunicaciones y Transportes Federal (SCT) y las Comisiones Metropolitanas de Transporte y Vialidad (COMETRAVI) y Ambiental Metropolitana (CAM).

Pero como todo, la normatividad nacional se encuentra incompleta ya que no contempla unidades de piso bajo, las cuales por su conformación, dimensiones y disposición de elementos constructivos y motrices no se ajustan a lo existente, por lo que en algunos casos se tuvieron que adoptar especificaciones de normatividad sobre todo europea, evaluando su pertinencia para condiciones viales de metrópolis nacionales, éste y otros temas se tratarán en los capítulos de esta tesis referente a las reflexiones y experiencias, que contrastan la visión del que construye y proyecta unidades con el que las norma.

La normatividad y lineamientos consultados y en algunos casos aplicados principalmente, por organización entre otras:

Naciones Unidas y Comunidad Económica Europea:

- E/ECE/324 - E/ECE/TRANS/505 - **Regulation No. 36** - Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles With Regard to Their General Construction
- E/ECE/324 - E/ECE/TRANS/505 - **Regulation No. 66** - Uniform Technical Prescriptions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles With Regard to the Strength of Their Superstructure
- E/ECE/324/Rev.1/Add.79/Rev.1 - E/ECE/TRANS/505/Rev.1/Add.79/Rev.1 - **Regulation No. 80** - Concerning the adoption of uniform technical prescriptions for wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted
- and/or be used on wheeled vehicles and the conditions for reciprocal recognition of approvals granted on the basis of these prescriptions

- E/ECE/324 - E/ECE/TRANS/505 - **Regulation No. 85** - Uniform Provisions Concerning the Approval of Internal Combustion Engines Intended for the Propulsion of Motor Vehicles of Categories M and N with Regard to the Measurement of the Net Power
- E/ECE/324/Rev.2/Add.106/Rev.3 - E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.106/Rev.3 - **Regulation No. 107** - Uniform provisions concerning the approval of category M2 or M3 vehicles with regard to their general construction
- E/ECE/324/Rev.2/Add.117/Rev.1 - E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.117/Rev.1 - **Regulation No. 118** - Uniform technical prescriptions concerning the burning behavior and/or the capability to repel fuel or lubricant of materials used in the construction of certain categories of motor vehicles
- E/ECE/324/Rev.2/Add.124/Rev.1 - E/ECE/TRANS/505/Rev.2/Add.124/Rev.1 - **Regulation No. 125** - Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles with regard to the forward field of vision of the motor vehicle driver

Society of Automotive Engineers (SAE):

- SP-2247: Control and Optimization in Hybrid Powertrains– SAE 2009
- SP-2175: Design Optimization Methods and Applications – SAE 2008
- SP-2233: Load Simulation and Analysis in Automotive Engineering– SAE 2009
- SP-2218: Simulation of Commercial Vehicles – SAE 2008
- Advanced Vehicle Technology, Heinz Heisler – SAE – 2002
- J2910 - Practice for the Design and Test of Electric and Hybrid Electric Trucks and Buses for Electrical Safety
- J680 - Location and Operation of Instruments and Controls in Motor Truck Cab
- J2955 - Sistemas de Acceso para Vehículos On-Road
- J898- Control locations for off road
- J154a-Operator enclosures human factor
- J209-Instrument face design and location for construction and industrial equipment
- J1100-Motor vehicle dimensions
- J833- Human physical dimensions
- J925-Minimum service access dimensions for road machines
- J941-Motor vehicle driver's eye range
- J826 -H-Point Manikin
- J287-Driver hand control reach
- J198-Windshield wiper system-truck, buses, and multipurpose vehicles
- J985-Vision Factors considerations in rear view mirror design

Normas de la Comunidad Económica Europea (IEC):

- IEC 60034-8 – 2007
- IEC 60034-1 – 2004
- IEC 60034-2-1 – 2007

Federal Motor Vehicle Safety Standards (FMVSS):

- 101; Controls and displays.
- 103; Windshield defrosting and defogging systems.
- 104; Windshield wiping and washing systems.
- 108; Lamps, reflective devices, and associated equipment.
- 111; Rearview mirrors.
- 121; Air brake systems.
- 124; Accelerator control systems.
- 125; Dispositivos de advertencia
- 204; Steering control rearward displacement.
- 205, Glazing materials.

- 207; Seating systems.
- 208; Occupant crash protection.
- 217; Bus emergency exits and window retention and release.

Lineamientos Gobierno del Distrito Federal

- Manual de Lineamiento Técnicos de Seguridad, Comodidad y Ambientales, que deben de Cumplir los Autobuses, Minibuses y Vagonetas, que Presten el Servicio Público de Transporte de Pasajeros en el Distrito Federal. Publicado el 24 de septiembre de 1996, en la Gaceta Oficial del Distrito Federal

Cabe mencionar que elementos mecánicos fundamentales como el eje delantero que se requiere para el desarrollo de autobuses de piso bajo no son de tecnología de origen norteamericano sino europeo, lo que para fines de maniobrabilidad permite cumplir adecuadamente las normatividades nacional e internacional, en el aspecto del ancho total de la unidad la sui generis localización de México permite adoptar lo mejor de ambos mundos sin penalizaciones.

Los datos obtenidos de lo anterior sirvieron para obtener los requerimientos en ámbitos de antropometría, ergonomía, maniobrabilidad, dimensionales, seguridad y tren motriz.

4.7 Aspectos de tren motriz (pasos del proceso 3.8)

Las configuraciones geométricas para alojar el motor con respecto a la rueda y el reductor que transferiría la fuerza dieron lugar a una serie de alternativas. Estas están contenidas en los cuadros comparativos siguientes, en donde el grupo multidisciplinario de desarrollo evaluó ventajas y desventajas.

Los puntos importantes a evaluar fueron los pasillos en cuanto a afectación de la zona en su ancho o la sinuosidad del piso; plataforma de asiento que en realidad son aquellas que sirven de apoyo para los pies de pasajeros sentados y aquí su punto crítico es su altura y disposición para que no afecte la comodidad y habitabilidad de pasajeros sentados; los asientos sobre tolvas de ruedas con base en su aprovechamiento para tal fin y en qué condiciones de colocación y distribución; la estructura en cuanto a complicaciones de diseño, aumento de peso y fortaleza de ésta; la complejidad del sistema de transmisión de potencia y reductor, así como el de la Suspensión; el centro de gravedad y cómo se vería afectado por la posición del conjunto motor reductor; por último el sistema de enfriamiento del motor o en su caso de todo el conjunto motor, reductor y freno en cuanto a su complejidad y eficacia.

Para tal fin se estableció una valoración del 0 al 5, donde el cero es inapropiado o no adecuado y el 5 es muy apropiado o adecuado o recomendable.

El resultado de esta evaluación dio como resultado que el **Motor al lado paralelo al eje de las ruedas de tracción** fue el mejor evaluado con **34 puntos**, por lo que con esa disposición se inició el desarrollo del vehículo.

Tabla comparativa de posibles ubicaciones de motores

Esquema		Rubros significativos	Desventajas	Ventajas	Eva.
<div><div></div> Motor</div> <div><div></div> Zona de pasillo</div> <div>Motor coaxial a los ejes de las ruedas de tracción</div>		• Pasillo	Invadido por el motor	Ninguna	0
		• Plataforma de asientos		No interfiere	5
		• Asiento sobre tolvas		No interfiere	5
		• Estructura	Complica la estructura, aumenta significativamente la altura de piso en esa sección	Ninguna	1
		• Mantenimiento	Se debe desmontar el conjunto rueda motor	Ninguna	3
		• Complejidad transmisión potencia y reductor	Requiere de una reductor coaxial muy posiblemente de engranes planetarios, complejo	No tiene ventaja significativa	2
		• Suspensión	Complicado sistema de sujeción	Se puede utilizar sistema de eje rígido con cuatro balones de suspensión neumática	4
		• Centro de Gravedad		Bajo	5
		• Enfriamiento	Difícil	Ninguna	1
				TOTAL	24
<div>Motor al lado perpendicular al eje de las ruedas de tracción</div>		• Pasillo	Ninguna	No invade pasillo	5
		• Plataforma de asientos	Interfiere un poco, se requiere que el motor este fijo	Permite utilizar una plataforma para asientos ergonómica siempre y cuando el motor sea fijo	2
		• Asiento sobre tolvas	Ninguna	Permite asientos sobre tolva de ruedas sin problema, el aprovechamiento del espacio es muy bueno	5
		• Estructura	Se debilita en zonas cercana al eje trasero	Permite utilizar travesaños que mejoran la resistencia y disminuyen peso	3
		• Mantenimiento	Desmontaje del cardan	Con escotilla lateral	4
		• Complejidad Transmisión potencia y reductor	Requiere el motor fijo y la transmisión por cardan	Reductor medianamente complejo y compacto	1
		• Suspensión		Se puede utilizar sistema de eje rígido con cuatro balones de suspensión neumática	4
		• Centro de Gravedad		Bajo	5
		• Enfriamiento	Confinamiento del motor aumenta la temperatura	Buena, no presenta grandes problemas	4
				TOTAL	33

Tabla comparativa de posibles ubicaciones de motores



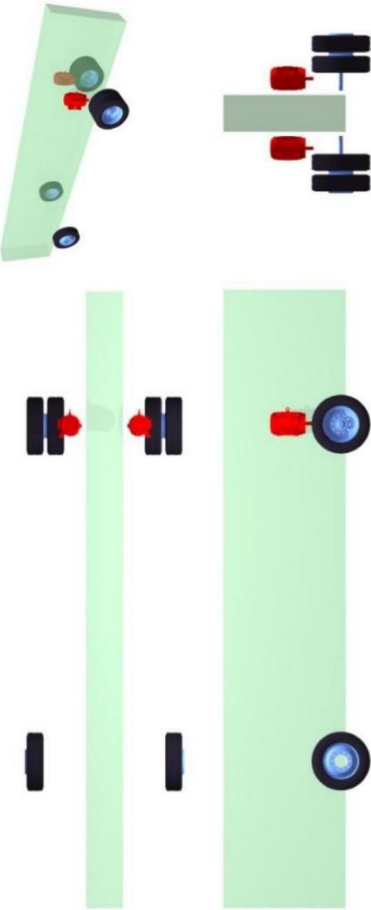
Motor		Esquema	Rubros significativos	Desventajas	Ventajas	Eva.
			• Pasillo	Obliga a tener una sección contante en el pasillo de piso a techo, no deja espacio para albergar otros componentes, aumenta el ruido en el habitáculo, dada su altura la inclinación del eje hace que se acerquen los motores al pasillo	Ninguna	2
			• Plataforma de asientos	Ninguna	No interfiere	5
			• Asiento sobre tolvas	Desaprovecha parte del espacio sobre la rueda para asientos, requiriendo espacio para ventilación y motor	Ninguna	3
			• Estructura	Se debilita un poco la sección de tolvas	Ninguna	3
			• Mantenimiento	Difícil, por dentro del habitáculo, desmontar conjunto eje suspensión, rueda, ejes, reductor y motor, pero por su altura se requeriría elevar demasiado la estructura o bien tener una fosa profunda	Al sacar el conjunto en una sola pieza se puede mejorar los tiempos y el acceso a piezas y componentes	2
			• Complejidad Transmisión potencia y reductor	Reductor compacto		3
			• Suspensión	Limitar adecuadamente el bamboleo o se corre el riesgo de intrusión de mecanismo y motor en el habitáculo	Se puede utilizar sistema de eje rígido con cuatro balones de suspensión neumática	2
			• Centro de Gravedad		Alto	2
			• Enfriamiento	Difícil y afectada por el calor generado principalmente por los frenos y el reductor	Puede disiparse con mayor facilidad hacia la parte superior	2
					TOTAL	24

Tabla comparativa de posibles ubicaciones de motores



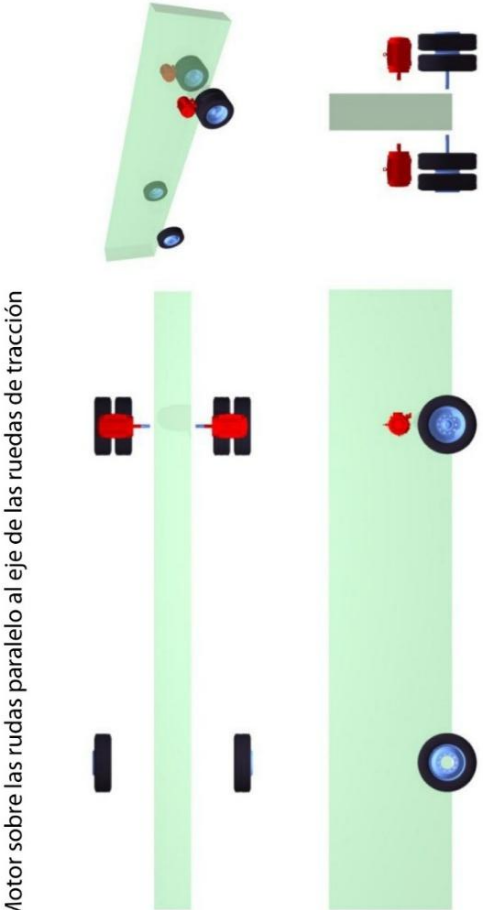
Motor		Esquema	Rubros significativos	Desventajas	Ventajas	Eva.
			Motor sobre las ruedas paralelo al eje de las ruedas de tracción	• Pasillo	Permite un pasillo adecuado y deja un espacio mínimo para otros componentes eléctricos y electrónicos	4
				• Plataforma de asientos	No la afecta	5
				• Asiento sobre tolvas	Ninguna	4
				• Estructura	Ninguna	3
				• Mantenimiento	Al sacar el conjunto en una sola pieza se puede mejorar los tiempos y el acceso a piezas y componentes	3
				• Complejidad Transmisión potencia y reductor	Reductor compacto	3
				• Suspensión	Se puede utilizar sistema de eje rígido con cuatro balones de suspensión neumática	4
				• Centro de Gravedad	medio	3
				• Enfriamiento	Puede disiparse con mayor facilidad hacia la parte superior	2
					TOTAL	31

Tabla comparativa de posibles ubicaciones de motores

Motor		Esquema		Rubros significativos	Desventajas	Ventajas	Eva.	
	Zona de pasillo							
Motor al lado paralelo al eje de las ruedas de tracción								
				• Pasillo	Ninguna	No interfiere, deja espacio para albergar componentes eléctricos y electrónicos y sistema de ventilación forzada	5	
				• Plataforma de asientos	El espacio requerido para colocar el motor y la suspensión duplica al espacio de la rueda lo que resta espacio al habitáculo en zona de ruedas y asientos sobre tolvas	No las afecta	El espacio extra permite colocar asientos sobre tolvas y aprovechar el espacio intermedio para componentes y ventilación	4
				• Asiento sobre tolvas				4
				• Estructura				4
				• Mantenimiento		Difícil acceso a reductor y frenos, requiere desmontar conjunto motor, reductor, suspensión y semieje por lado	Se puede desmontar según se requiera un conjunto por lado, el acceso al motor es de complejidad media	4
				• Complejidad Transmisión potencia y reductor		Reductor compacto		3
				• Suspensión		Más compleja que un eje rígido	Suspensión independiente, mayor maniobrabilidad y comodidad, menor torsión de estructura	3
				• Centro de Gravedad			Bajo	5
				• Enfriamiento	Afectada por el calor generado principalmente por los frenos y el reductor	Fácil hacia el motor	3	
				TOTAL				

Otro aspecto a tomar en cuenta es el acomodo de piezas y componentes y su interacción entre sí y con otras partes y zonas del vehículo, fue necesario simular recorridos y zonas de accionamiento de suspensiones, ejes, dirección, ruedas, puertas y escotillas de tal manera de prevenir interferencias y posibles daños.

4.8 Aspectos de maniobrabilidad (pasos del proceso 3.8)

La habilidad para girar acotando su trayectoria según el Diagrama A²³, se da de acuerdo con la disposición de sus ejes y las características de giro de rueda del eje direccional delantero (ángulo α , ver figura 4.8.1. Giro de ruedas de eje delantero), que en el caso de ejes de procedencia Norte Americana apenas supera los 30° y para europeos 40° es el mínimo, para el caso del utilizado será un eje rígido para piso bajo con un ángulo de giro de 46°. El poder circular en vialidades con topes, vados y subir rampas para ingresar en estacionamientos, talleres, depósitos, etc., de acuerdo con el Diagrama B, también está relacionado con la posición de los ejes, pero además interviene el largo de los volados delantero y trasero y la longitud total y muy importante la altura que se puede lograr entre el suelo y la parte baja de la estructura de la unidad, dado la configuración especial del autobús de piso bajo, lograr las especificaciones del Diagrama B con esa altura de suelo a piso de la unidad se hace imposible geométricamente cumplir con los ángulos de salida, entrada y entre ejes, por lo que la única solución consiste en aumentar para estas condiciones la altura suelo piso, esto mediante el uso de una suspensión neumática que lo eleve por lo menos 100 mm la altura respecto a lo normal de operación en circulación y estaciones.

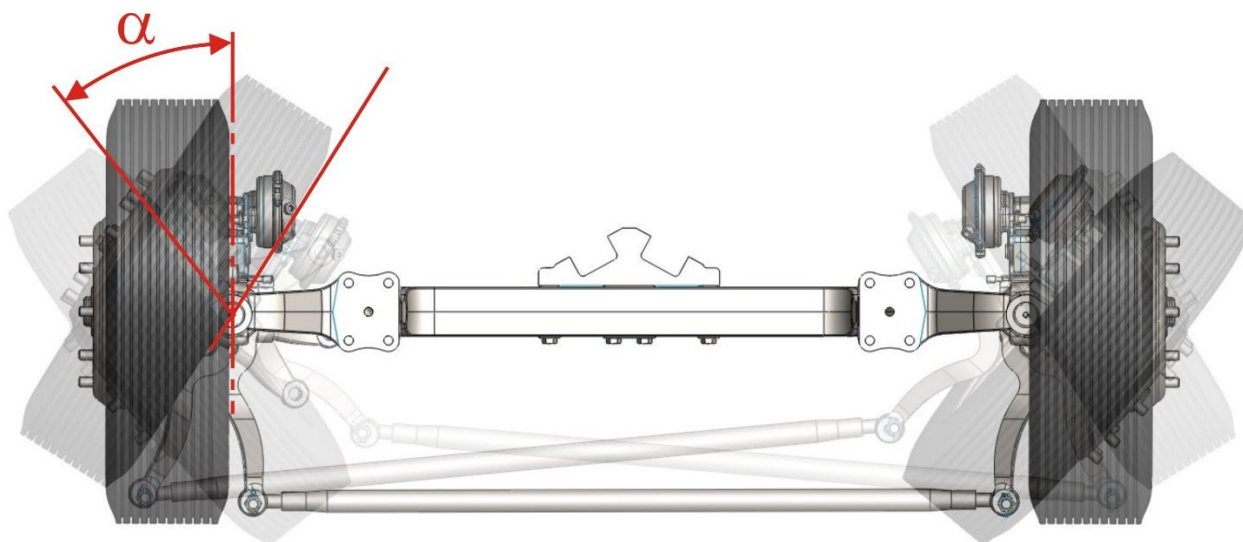
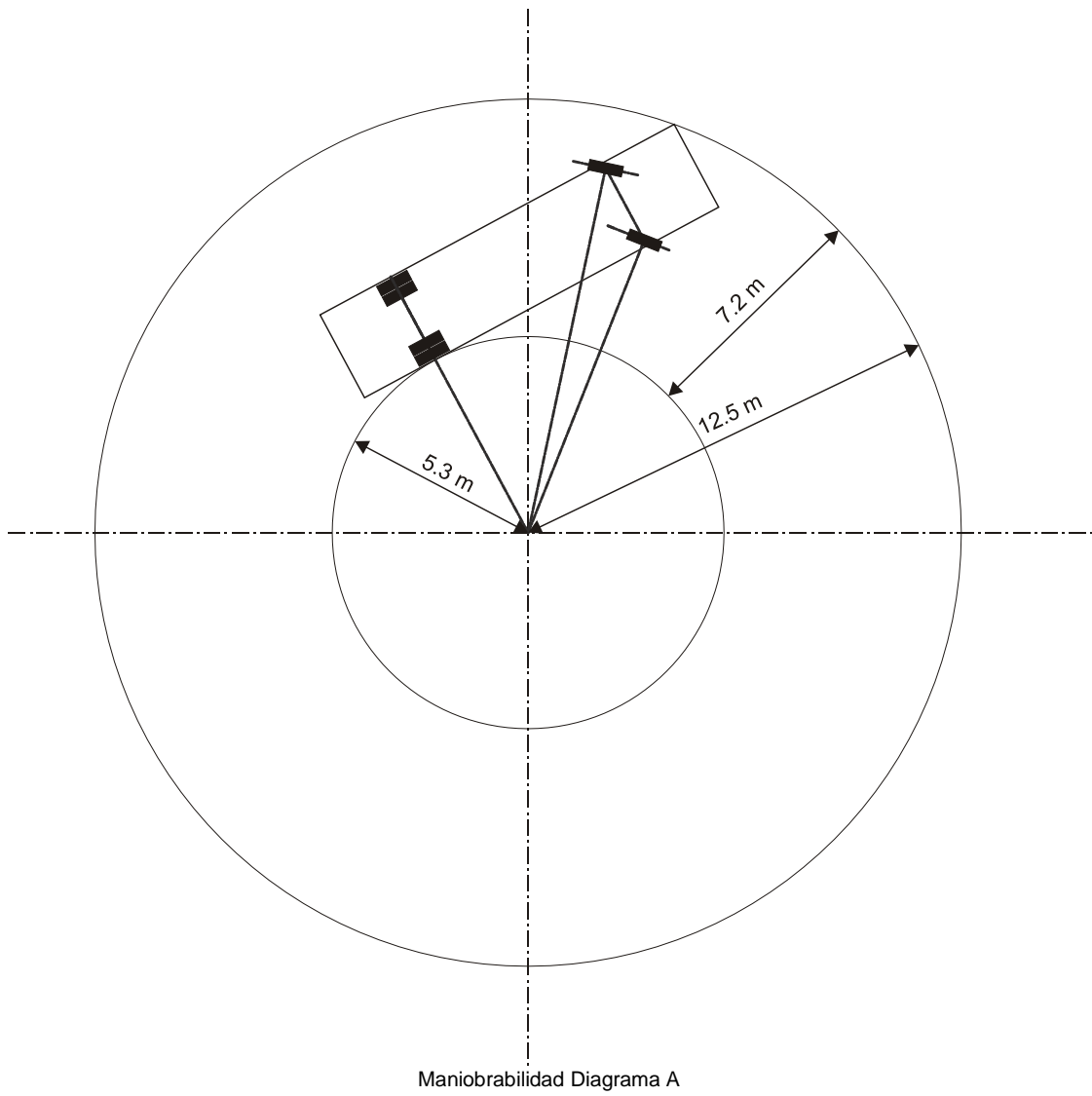
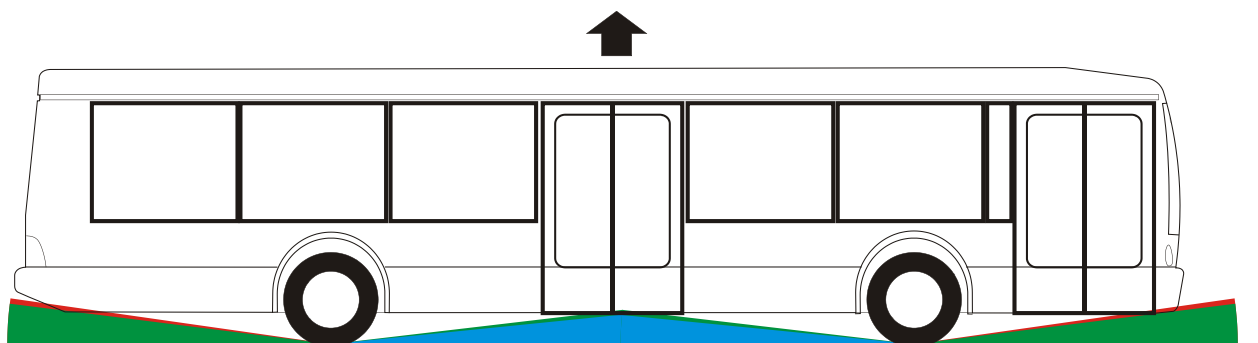


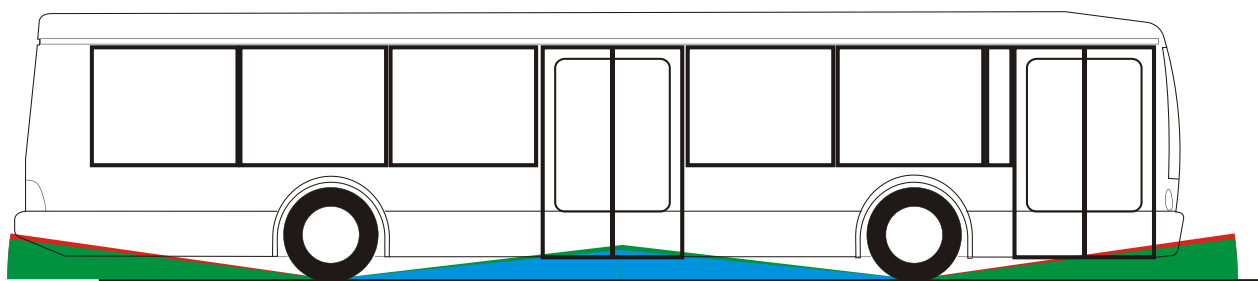
Fig. 4.8.1. Giro de ruedas de eje delantero (Imagen Propia obtenida de datos del eje MAN montado con CAD)

²³ Organización de las Naciones Unidas (ONU). *TECHNICAL REQUIREMENT FOR POWER DRIVEN VEHICLES AND THEIR PARTS AND EQUIPMENT APPROVED BY THE GRUP OF EXPERT ON THE CONSTRUCTION OF VEHICLES (WP-29). PART. A Y B /ECE/ TRANS / 25/UNUDI*. Nueva York y Ginebra: ONU, 2002, Reglamento 36, p 64.








ELEVADO PARA MANIOBRAS



ALTURA DE OPERACION

-  ÁNGULO DE ENTRADA Y SALIDA, LINEAMIENTOS GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL 8° MÍNIMO
-  ÁNGULO DE ENTRADA Y SALIDA, NORMATIVIDAD EUROPEA PARA PISO BAJO 7° MÍNIMO
-  ÁNGULO DE CENTRO, NORMATIVIDAD EUROPEA PARA PISO BAJO 6° MÍNIMO

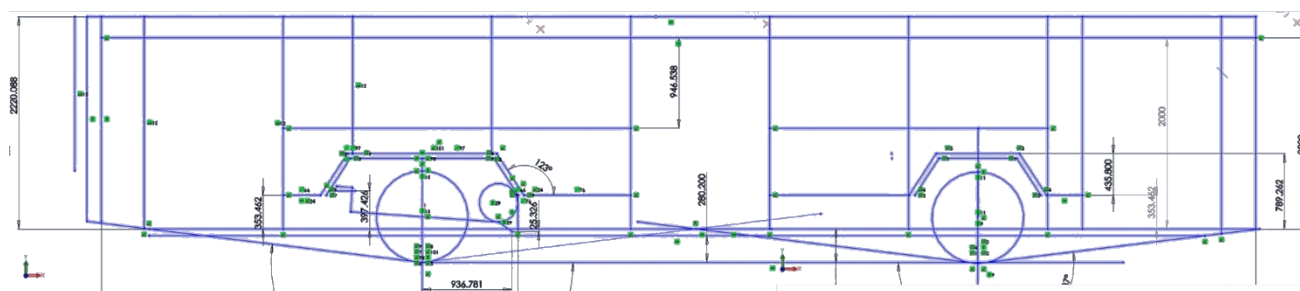
Maniobrabilidad Diagrama B (Imagen Propia)

5.1 Aspectos Morfológicos

El desarrollo de la unidad debe responder a todas estas condicionantes de dotar a la unidad de un diseño interior y exterior agradable, funcional y moderno acorde a la tecnología que lo propulsa, teniendo la limitante de utilizar parabrisas, luminarias de línea de la empresa DINA, lo anterior debido al costo y tiempo de desarrollo y fabricación, sobre todo en las luminarias.

Tomando en cuenta la información y requerimientos se procedió a elaborar esquemas preliminares bidimensionales (Fig. 5.1.1) y tridimensionales virtuales volumétricos de la unidad, donde se tomaron en cuenta los requerimientos y los componentes que la integran, se procedió a realizar modelos y zonas que delimitan los espacios habitables, funcionales y de operación.

En esta etapa se determinó la modulación de estructura, ventanas y puertas y el máximo de los volados para que se ajustaran a la normatividad y funcionalidad.



128

Un aspecto fundamental que define las dimensiones y modulación de la estructura son los claros de puerta tomando en cuenta el espacio para mecanismo de accionamiento, la posición de los asientos y su interacción con las puertas y todo ello relacionado con el conjunto de ruedas que incluye los ejes la suspensión los motores y su movimiento, delimitando este conjunto en el habitáculo por las tolvas, las cuales definen posición de asientos sin olvidar el espacio para pies que modifica radicalmente la estructura sobre todo en la zonas de puertas, la posición del operador y su zona de conducción limitada por una mampara también se ve relacionada (Fig. 5.1.2), por lo que requiere de un continuo reacomodo hasta que se pueda obtener el mejor “compromiso” con la habitabilidad, el funcionamiento y el cumplimiento de la normatividad (Fig. 5.1.3).

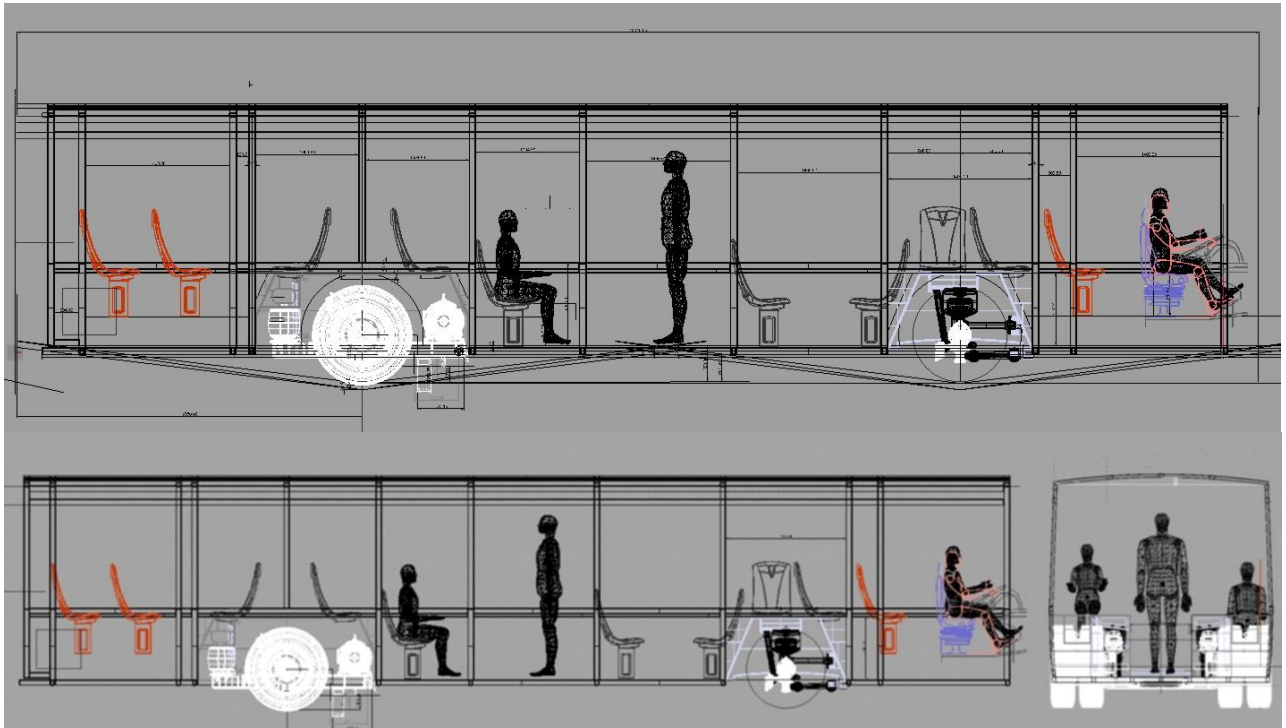


Fig. 5.1.2. Análisis tridimensional inicial de volúmenes, tomando en cuenta aspectos de habitabilidad, componentes del tren motriz, aspectos normativos y de modulación, así como elementos estructurales mínimos y rangos de funcionamiento.

Además de tomar en cuenta el volumen de los elementos constructivos de la estructura, en este caso perfilería de acero que se preveía utilizar tomando la dimensión mínima estimada, esto con el fin de generar la primera alternativa estructural que después se ajustaría mediante Análisis de Elemento Finito (FEA) aumentando o disminuyendo espesores, tamaño y disposición de elementos.

Definidos los espacios, zonas y volúmenes con una delimitación clara, para después poner a trabajar todo el equipo en el desarrollo de subsistemas.

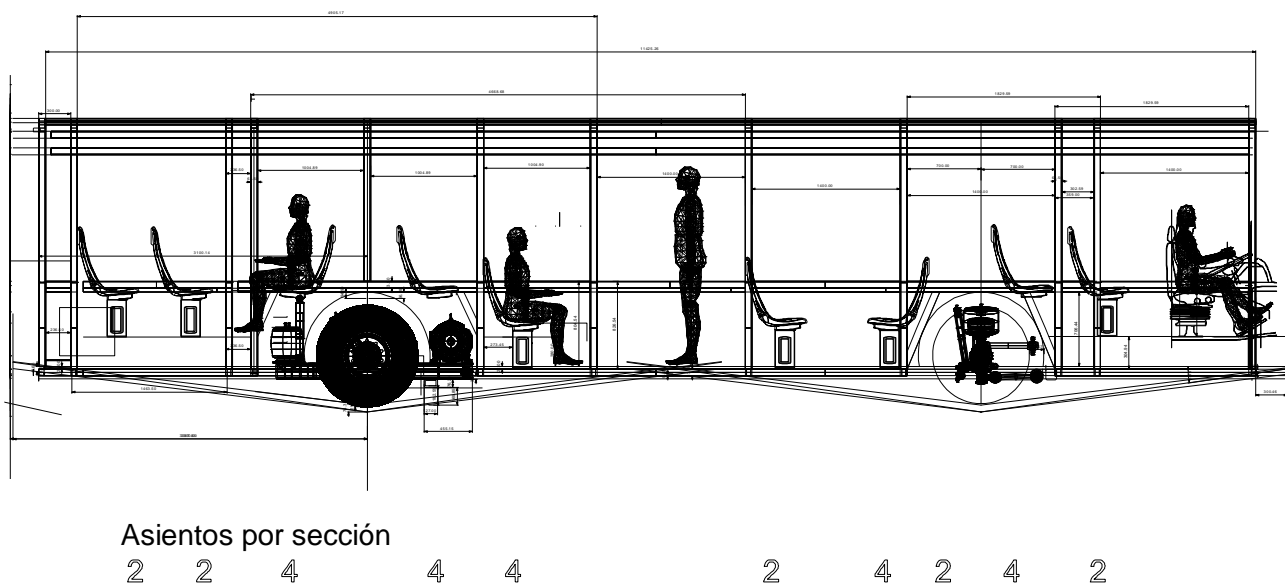


Fig. 5.1.3. Plano preliminar de discusión para el grupo

5.1.2 Esquemas geométricos (pasos del proceso 3.11)

Con la colocación y distribución determinados en el anterior paso, se procedió mediante la elaboración de modelos virtuales y modelos a diferentes escalas incluidos la real, a detectar rangos de funcionamiento de partes, componentes, subsistemas y sistemas, detectándose interferencias, zonas de paso, espacios, zonas habitables y de operación.

También se capturaron partes y componentes motrices suministrados por DINA y sus proveedores, así como se obtuvieron modelos tridimensionales de estos.

Se construyó un modelo virtual para su evaluación a priori de la dinámica y comportamiento en circulación vial.

Se elaboró una distribución base (layout) para el desarrollo posterior

Se comprobaron las interferencias posibles del conjunto rueda, motor, reductor y suspensión, simulándose a priori su movimiento y recorrido, también se determinó con el eje delantero inicial proveído por DINA el espacio necesario para su recorrido y se tuvo que modificar el pasillo con una joroba, la cual se quitó cuando llegó el eje especial para piso bajo

Acotado todo lo anterior a nivel espacial se procedió al concepto volumétrico, con cada miembro del equipo y empresas proveedoras llevándose los requerimientos dimensionales máximos y mínimos, procediendo al paso 5.1.3.

En este punto se determinó el espacio máximo que debía de ocupar el reductor (Fig. 5.1.4), con base en el estudio volumétrico y en una estimación de posible libertad de movimiento del conjunto en funcionamiento en los tres ejes (X, Y y Z) (Fig. 5.1.5), se encargó su elaboración a la empresa especializada en reductores, bajo las características de reducción, duración y las restricciones de espacio y peso. Se acordó en conjunto con ésta los métodos de sujeción del reductor al conjunto, de tal manera que se minimizaran las vibraciones, y se tuviera la resistencia adecuada en la sujeción del semieje, el motor y la suspensión.

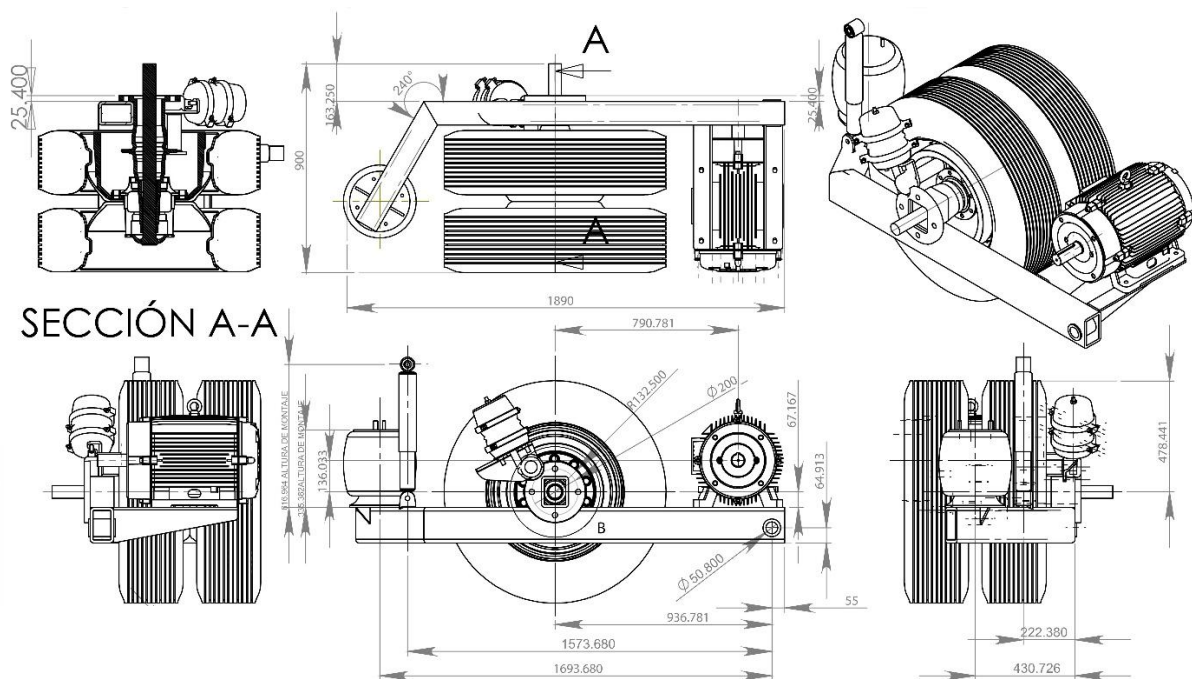


Fig. 5.1.4. Estudio para determinar el volumen disponible para el reductor

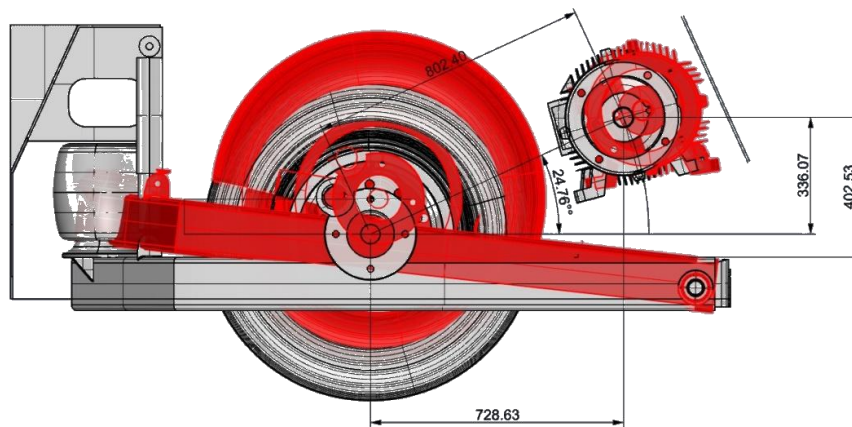


Fig. 5.1.5. Modelación 3D de idea inicial de sistema de suspensión y simulación de sus rangos de funcionamiento para determinar volúmenes mínimos de la tolva

En paralelo se hacían estudios de disposición, ubicación, dimensionamiento y movimiento de partes y componentes mecánicos y de interface con los usuarios (Fig. 5.1.6), que determinaban, orientaban y modificaban el diseño.

Se determinó que con el mecanismo y puertas de DINA, la zona del tablero se vería comprometida, lo que requería un rediseño de las puertas del volado delantero (Fig. 5.1.6, imagen 4).

En esta etapa se simulaban las puertas de acceso que DINA proveería, para determinar si los claros y las zonas de accionamiento se adaptaban con la estructura inicial, encontrándose que la puerta delantera requería de un rediseño de mecanismo y puerta para adecuarse al nuevo diseño.

1. Estudio de movimiento e interferencias de barra de dirección
2. Simulación de colocación de columna, árbol transmisión volante caja y caja de dirección
3. Simulación de movimiento de conjunto motriz
4. Estudio de movimiento y simulación de puerta delantera

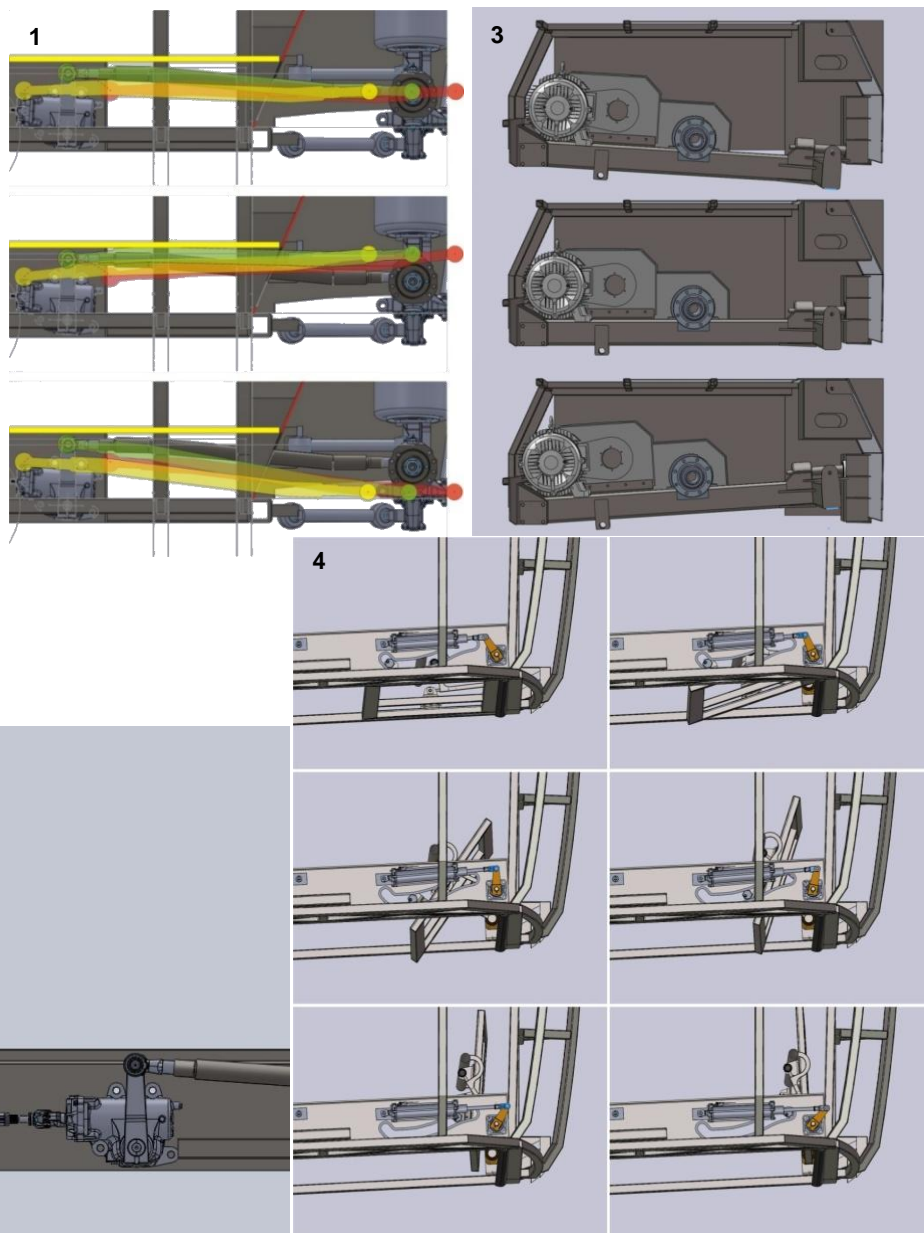


Fig. 5.1.6. Serie de imágenes de CAD que ejemplifican los estudio de partes, piezas y componentes en movimiento

5.1.3 Planteamiento a nivel volumétrico (pasos del proceso 3.12)

Se definió detalladamente las dimensiones a las que habrá de ajustarse, habitáculo, cabina, estructura, diseño de la unidad y sus sistemas, subsistemas y componentes, así como su colocación y ensamble.

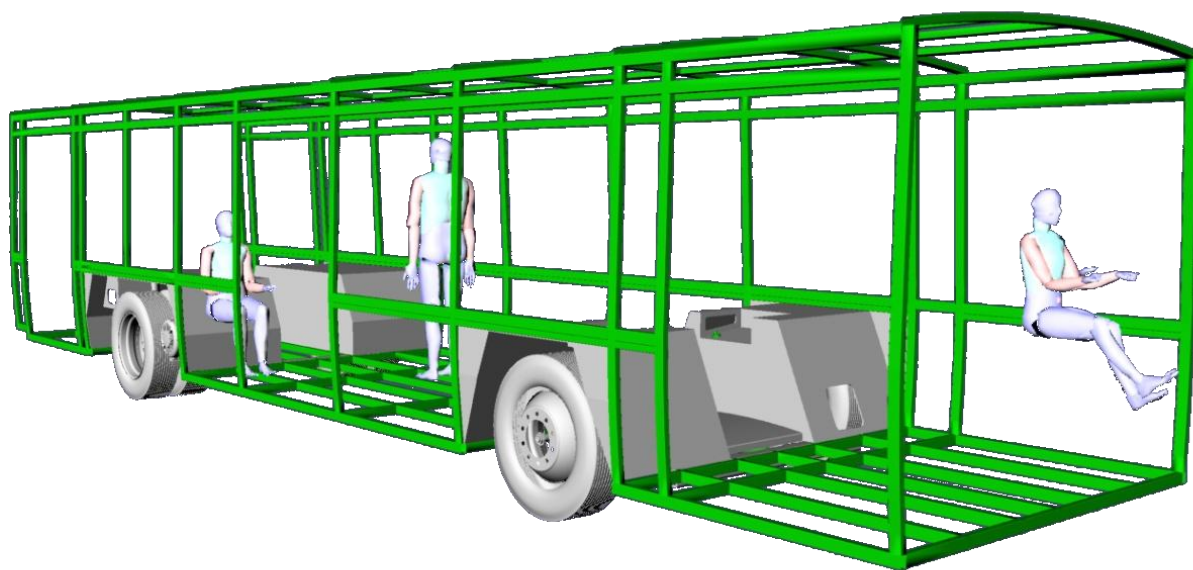


Fig. 5.1.7. Modelación 3D del concepto inicial volumétrico y estructural

Definido dimensionalmente con una aproximación del 80% (Fig. 5.1.7), se trabajó en los subsistemas para definir la estructura del vehículo, para generar virtualmente la primera propuesta estructural tridimensional (Fig. 5.1.8).

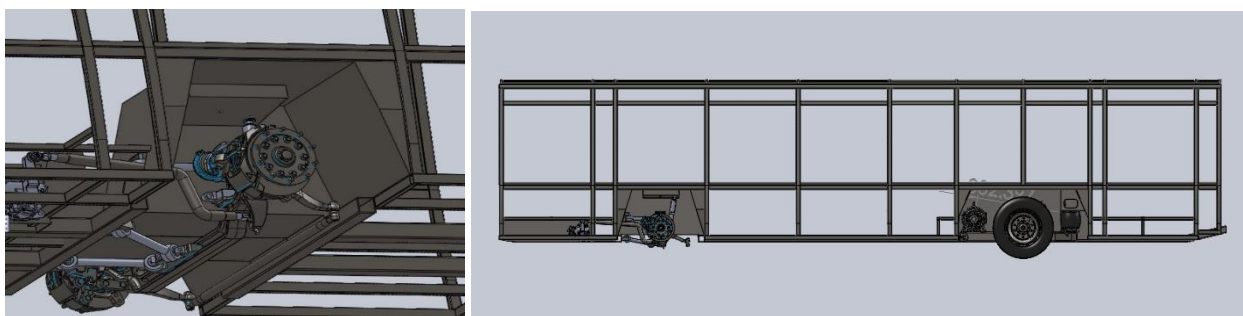


Fig. 5.1.8. Montaje virtual de los componentes capturados o proveídos para determinar volúmenes en estático y dinámico con sus rangos de movimiento o desplazamiento

5.2 Planteamiento de Diseño

El inicio de generación de alternativas es un proceso no sólo subjetivo y a criterio del diseñador, es también un proceso racional en donde las limitantes del componente estético del diseño, están dadas por los factores volumétricos antes expuestos y los criterios ergonómicos y normativos, básicamente se tiene una caja limitativa la cual no debe ser rebasada por los trazos y líneas propuestas, esto representa un reto ya que la libertad expresiva de la forma se tiene que ajustar necesariamente.

Lo anterior no permite tomarse cualquier libertad en la generación de la forma como lo harían un profesional inexperto en materia automotriz o un creador de estilo, que se dedican a elaborar conceptos sin ninguna restricción que sirven para generar estilos pero no para concretar un producto o prototipo viable.

Es por eso que la profesión de Diseño Industrial carece de esa simplicidad que otros le pretenden asignar con ignorancia de los conocimientos y métodos de diseño, la síntesis formal de un objeto requiere de procesos complejos de generación formal que no pueden ser sustituidos por otros profesionales que solo sepan dibujar, el resultado formal final denota sin lugar a dudas la presencia o no de un profesional con experiencia.

Un buen diseño requiere del manejo adecuado de conceptos (a nivel consciente e inconsciente) tales como proporción, simetría, ritmo, correspondencia formal, coherencia formal, simplicidad y abstracción, en contra de prácticas como envoltura, ornamentación, barroquismo y lo grotesco (bizarro).

Los anteriores conceptos de diseño no son una moda u ocurrencia del profesional del diseño para justificar su utilidad, son en esencia una síntesis de conocimientos que están basados en la forma en la que los seres humanos percibimos el mundo de acuerdo con nuestra naturaleza evolutiva, en la que se quedaron fijadas de manera instintiva aquellas cosas que nos permitieron sobrevivir como especie, que aunadas con el aumento en el intelecto del hombre nos han permitido construir nuestra cultura, esto influye actualmente en lo que se considera como agradable o desagradable, lo que interviene en la utilización y percepción del mundo material, proporcionando estabilidad emocional que redunde en las realidades en el grado de estrés al que el público está sometido, permitiendo una actitud consciente o alterada que provoca cansancio y saturación de los sentidos, aumentando y generando conflictos, tanto personales como sociales y lo más grave, pudiendo desembocar en incidentes desagradables.

Ejemplo de lo anterior es la capacidad que se tiene de agrupar detalles para formar patrones y figuras (Gestalt) en la percepción del entorno, sobre todo el generar imaginativamente y ver el parecido de rostros animales o humanos en las nubes, follaje, etc. y en el mundo material recreados con esa intención o no en objetos, el proceso de percepción implica que el cerebro selecciona aquello que cree de interés, y el interés depende de factores externos como son la posición del observador, el color, intensidad, forma, tamaño del objeto, e internos donde muy importante es la necesidad biológica; pues la atención se dispara buscando aquello necesario para sobrevivir, la mente busca siempre realizar dos tareas la configuración que es la búsqueda de formas conocidas y la agrupación en el que la figura se impone por sí misma y se organiza siguiendo las leyes de agrupación de los estímulos.

Entre más sencillo y ordenado el diseño de un objeto por ejemplo, permite recrear o a completar una figura de rostro animal o humano y su resultado es más simétrico y/o proporcional, así como la actitud reflejada en su cara, parece más agradable y/o relajante o desagradable. Una capacidad humana desarrollada durante su pasado, en el que la percepción imaginativa de detección real o virtual de rostros humanos y animales en el entorno, permitía reaccionar al peligro con antelación y oportunidad para escapar de depredadores y/o prestar ayuda y/o escapar de otros humanos²⁴. Esto como muchas otras cosas están

²⁴ Merlin, Donald. *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1991 y Skoyles, John R. ; Sagan, Dorion. *Up from Dragons: The Evolution of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill, 2002

presentes en los conceptos antes mencionados y tiene su razón de ser en cómo se interactúa con el entorno y sobre todo con el mundo material.

La utilidad práctica en lo comercial, ayuda junto con otros factores al éxito de un producto, no sólo en cuanto a su adquisición sino a su uso, que en el caso del autobús aunado a la novedad debe motivar la utilización del servicio de transporte.

Bocetaje

Con base en los esquemas de espacio y distribución de componentes se procedió a crear y conceptualizar el diseño de la unidad, definiéndose sus aspectos estéticos, semióticos y de interface con el ser humano.

En esta etapa se elaboraron los bocetos de las alternativas del concepto del vehículo de su interior, tablero, paneles, compartimentos y exterior, se procedió a seleccionar las alternativas mejores y más viables y se desarrollarlas a nivel de conceptos, lo que incluiría representaciones bidimensionales y modelados virtuales tridimensionales.

Se realizaron los bocetos en programas de cómputo, aunque no se contaba con las herramientas de hardware adecuadas para la tarea, ya que no se disponía de tabletas digitalizadoras con display. La ventaja de utilizar estas herramientas informáticas es la disponibilidad de una gama de colores y texturas muy amplia, la capacidad de copiar y pegar con lo que evolucionar y hacer variaciones de alternativas se incrementa notablemente, el uso de capas permite el manejo de texturas, reflejos y fondos y la utilización de degradados y mezclas mejora la presentación y disminuye el tiempo y el costo.

Se recopilaron imágenes de los autobuses de piso bajo existente sobre todo con control delantero y se elaboraron collages (Fig. 5.2.1) para tenerlos en cuenta como referencia en cuanto a conceptos, tendencias e ideas de diseño.



Fig. 5.2.1. Collage de autobuses “tipo” de piso bajo.

También se hizo con el tablero y el interior (Fig. 5.2.2).



Fig. 5.2.2. Collage de interiores de autobuses de piso bajo y tableros de distintos vehículos

Se empezó dándole a los diseñadores una impresión en vista de los esquemas volumétricos, y una vista en perspectiva de éstos, para que sirvieran de apoyo para el bocetaje, junto con éstos se proporcionó también incluido en las vistas el parabrisas de DINA que se utilizaría en diferentes posiciones y dándoles en archivo electrónico todo esto vectorizado para que pudieran moverlo con libertad para acomodarlo a las propuestas de diseño.

El proceso seguido en el diseño exterior fue empezar por las vistas laterales ya que esto por experiencia asegura en mayor medida una conceptualización más fácil de extraer para las otras vistas incluyendo las perspectivas para evitar distorsiones (Fig. 5.2.3), como las que suceden cuando se empieza por una perspectiva, que al trasladarla a otras vistas o a la realidad queda desproporcionado o no corresponda con las limitantes, lo que muchas veces hace inservible el concepto o que si se lleva más adelante resulte en algo muy distinto de lo esperado o bocetado (Fig. 5.2.4).

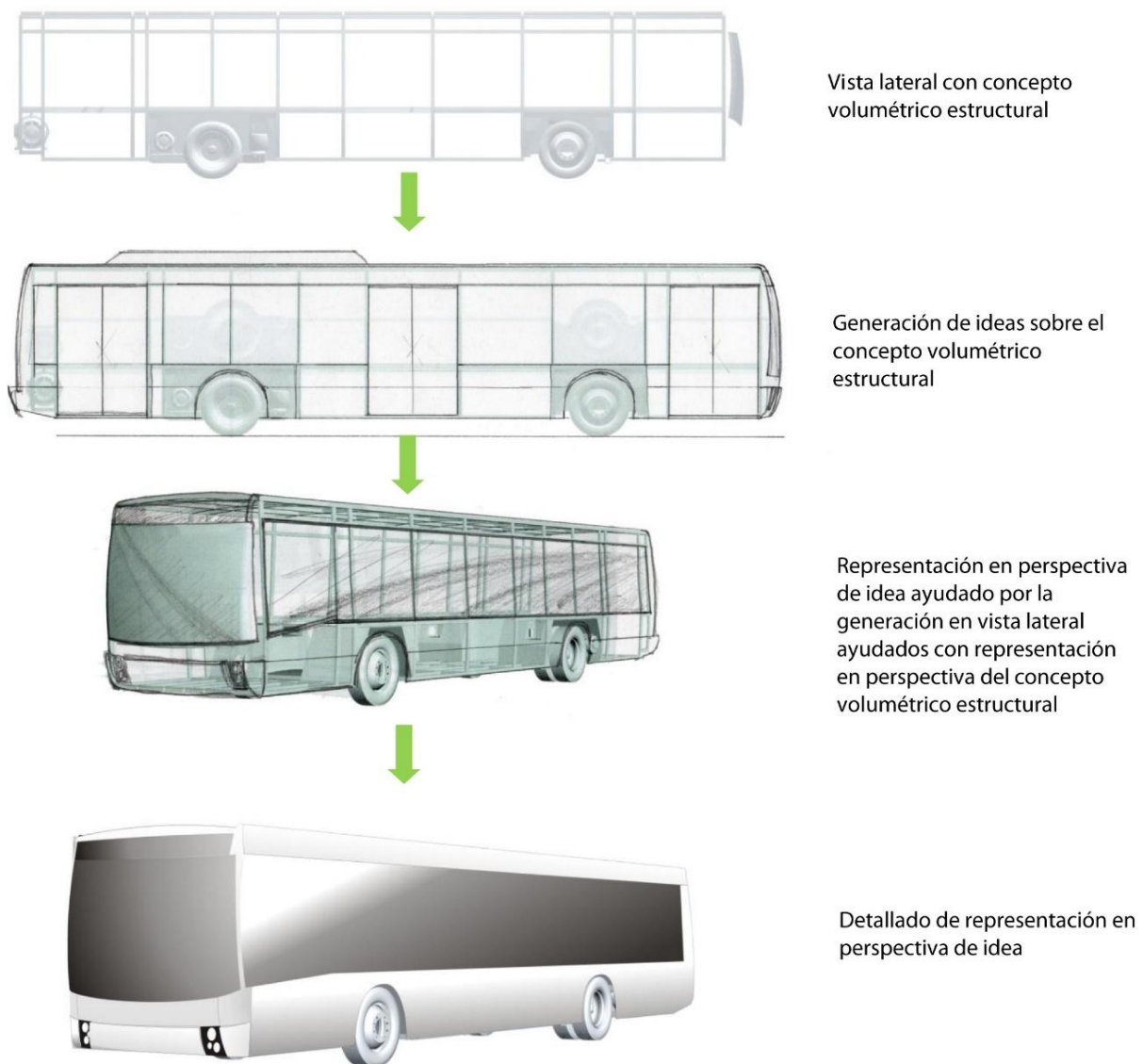


Fig. 5.2.3. Proceso de bocetado del diseño exterior

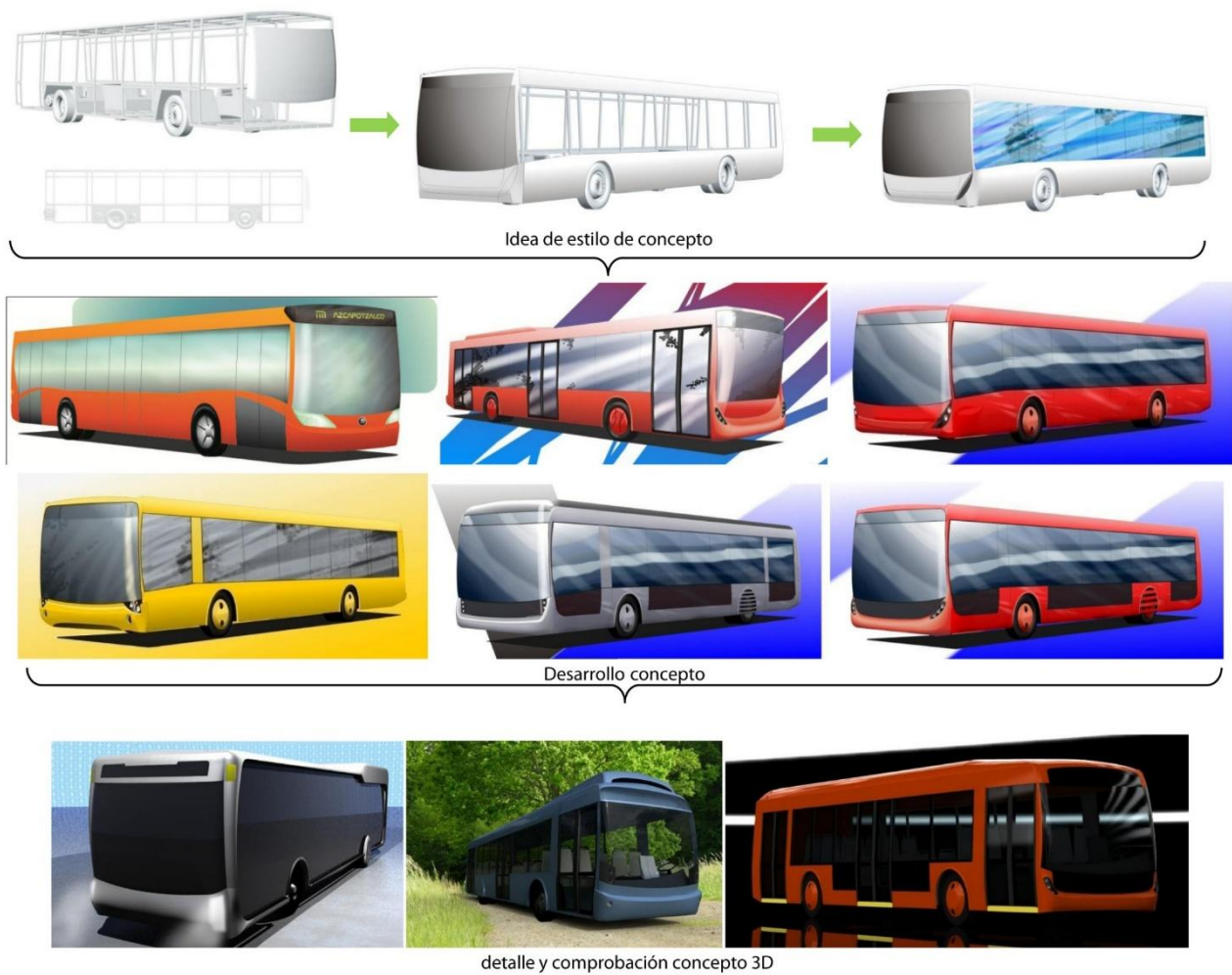


Fig. 5.2.4. Diferentes pasos hasta la creación de una representación en 3D

En el caso de los interiores se empieza a bocetar con ayuda de perspectivas donde se ubica las limitantes del habitáculo y la zona de operador con la posición del manubrio o volante, que permite tener una idea global del concepto y más ajustada a la realidad (Fig. 5.2.5).

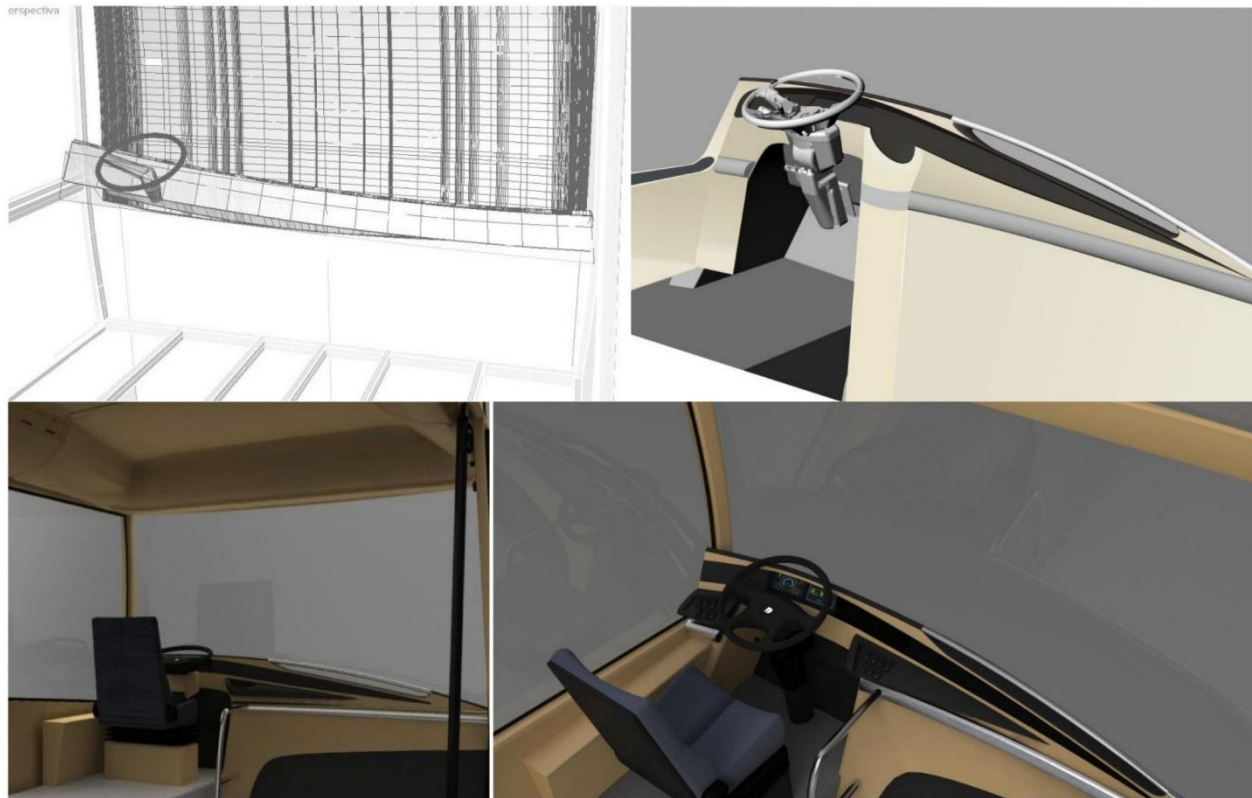


Fig. 5.2.5. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, representación tridimensional para bocetar, desarrollo de boceto con componentes tridimensionales conocidos para desarrollar conceptos e ideas, generación 3D de los conceptos.

También se diseñó la interface gráfica y/o display, en el que se analizó ergonómicamente la importancia de cada indicador su jerarquía así como la manera adecuada de mostrarlo sin saturar al operador de información innecesaria, además de darle un toque que fuera acorde con la innovación del vehículo (Fig.5.2.6), fue necesario para esto aprender a programar.

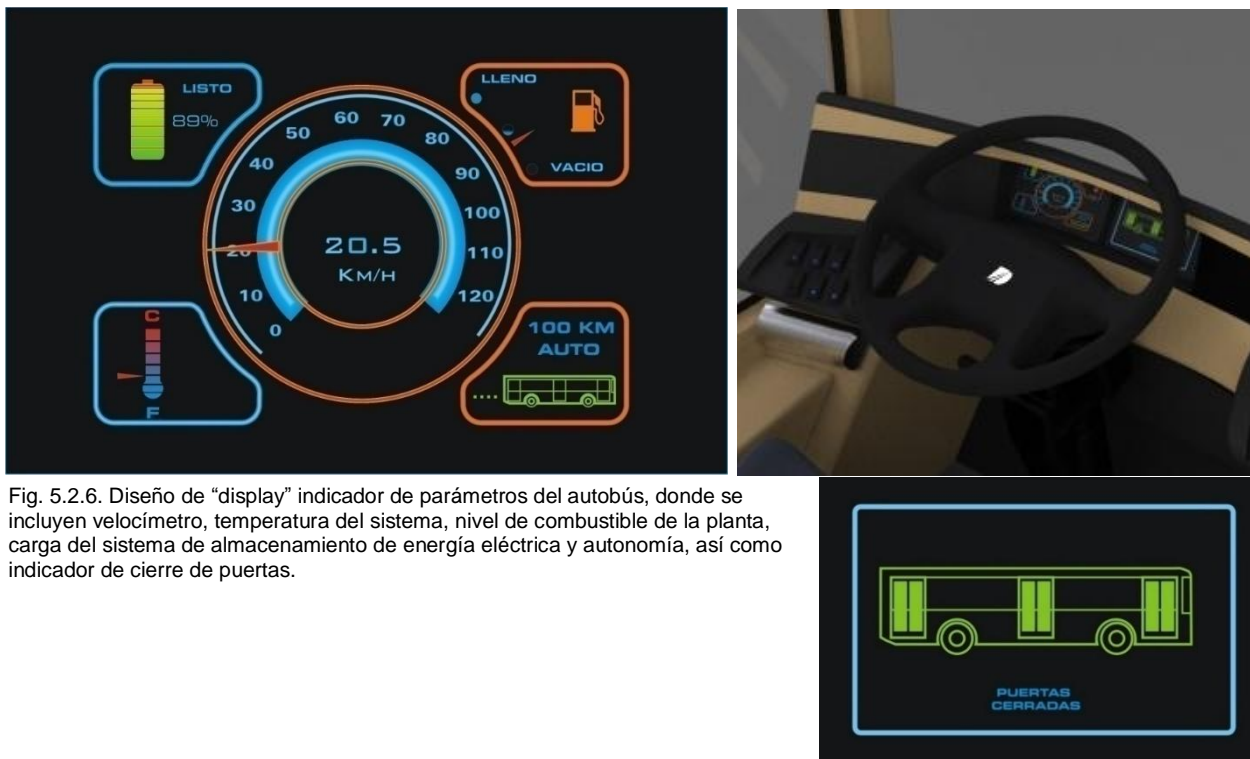


Fig. 5.2.6. Diseño de "display" indicador de parámetros del autobús, donde se incluyen velocímetro, temperatura del sistema, nivel de combustible de la planta, carga del sistema de almacenamiento de energía eléctrica y autonomía, así como indicador de cierre de puertas.

Con objeto de reducir peso y gracias al análisis antropométrico ergonómico que se explica en el inciso 5.8 (Propuesta estructural constructiva), se diseñaron y desarrollaron tovas de ruedas delanteras (Fig. 5.2.8) y traseras (Fig. 5.2.7) con asientos incorporados, además de las zonas denominadas chimeneas que se utilizaron en la parte central de las tovas traseras, que eran inútiles para albergar pasajeros, sirvieron para la colocación de los componentes eléctricos del inversor, la ventilación del conjunto motriz y la conducción de líneas de energía para el inversor y el motor por cada lado.

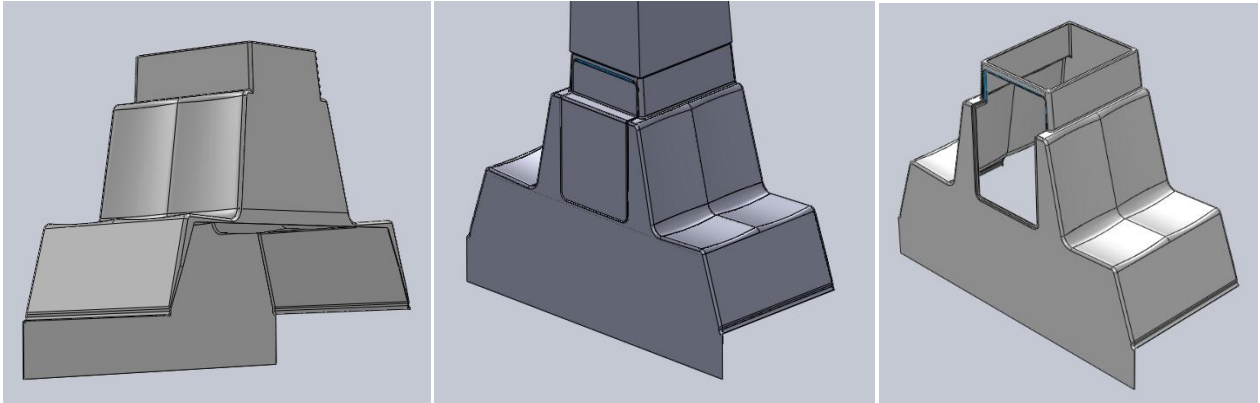


Fig. 5.2.7. Cubierta de tolva trasera con asientos integrados, ducto y escotilla de componentes integradas

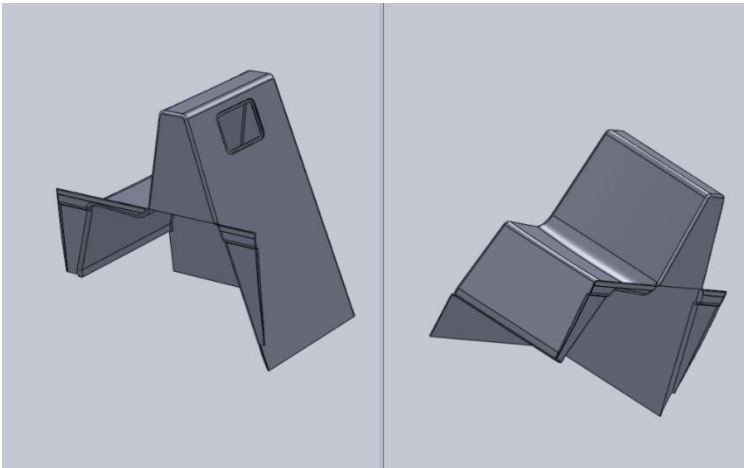


Fig. 5.2.8. Cubierta de tolva delantera con asiento integrado

Cabe destacar que la empresa DINA carece de Diseño Industrial y esto es notorio en sus productos, que muestran un desfase en cuanto a estilo, entienden el diseño sólo como envoltura y ornamentación y presentan problemas de proporción, "barroquismo" y "bizarización", los productos reflejan la idea de primero la ingeniería y que el diseño decore lo que resulte, faltándole producto desarrollado integralmente, lo que si hace su competencia con resultados positivos.

5.3 Modelo teórico de componentes del tren motriz (pasos del proceso 3.14)

Con el objetivo de realizar los cálculos y la comprobación parcial en el equipo, se realizaron las siguientes actividades:

- Revisión y familiarización del equipo, comprobación del estado del equipo, operación, tipo de componentes y arquitectura, funcionamiento, particularidades, capacidad, precauciones, instrucciones y restricciones.
- Determinación de las modificaciones del equipo eléctrico, electrónico y mecánico, con base en la anterior actividad se plantearon las modificaciones necesarias para la aplicación del equipo, se analizaron las mejoras y afectaciones, la utilidad o el desecho de ciertos componentes, la necesidad de agregar o modificar componentes, tipos de interfaces y posibilidad de desarrollo de software, etc.
- Se comprobó el funcionamiento y los parámetros operativos del equipo con pruebas en vacío (sistemas) y se hicieron las pruebas preliminares. Se detectaron fallas en los reductores, que fueron corregidas.
- Se plantearon las modificaciones y adecuaciones al equipo eléctrico. Se desarrollaron teóricamente a detalle las adecuaciones y adiciones de equipo para su funcionamiento al momento de la aplicación.
- Se generaron algoritmos de control para el diferencial electrónico basados en el equipo.

Solución planteada

El sistema motriz de tracción eléctrica, basado en un motor por cada rueda posterior, alimentado en el caso del híbrido por un motor diésel de combustión interna acoplado a un generador de 35 kw, que recargaba las baterías y ultra capacitores de los cuales se alimentan los motores, y en el caso del trolebús por medio de pértigas (troles) conectadas a un tendido de cables electrificados con 660 vcc., que a su vez carga y recarga un banco de baterías de Ion Litio (compuesto por 182 baterías de 4 volts y 100 Ah c/u) y otro de ultra capacitores (con 256 supercapacitores de 56 faradios y 2.5 volts), que energizan al conjunto motor inversor por rueda tractora.

Estos mismos motores (en realidad máquinas eléctricas) en el momento de frenado se convierten en generadores que regresan parte de la energía de frenado, primero al banco de supercapacitores que tiene la capacidad de absorber en corto tiempo grandes cantidades de energía como las que se dan en el frenado, para después, si los niveles de carga lo permiten, cargar las baterías, con ello implementando lo que se conoce como freno regenerativo (Fig. 5.3.1).

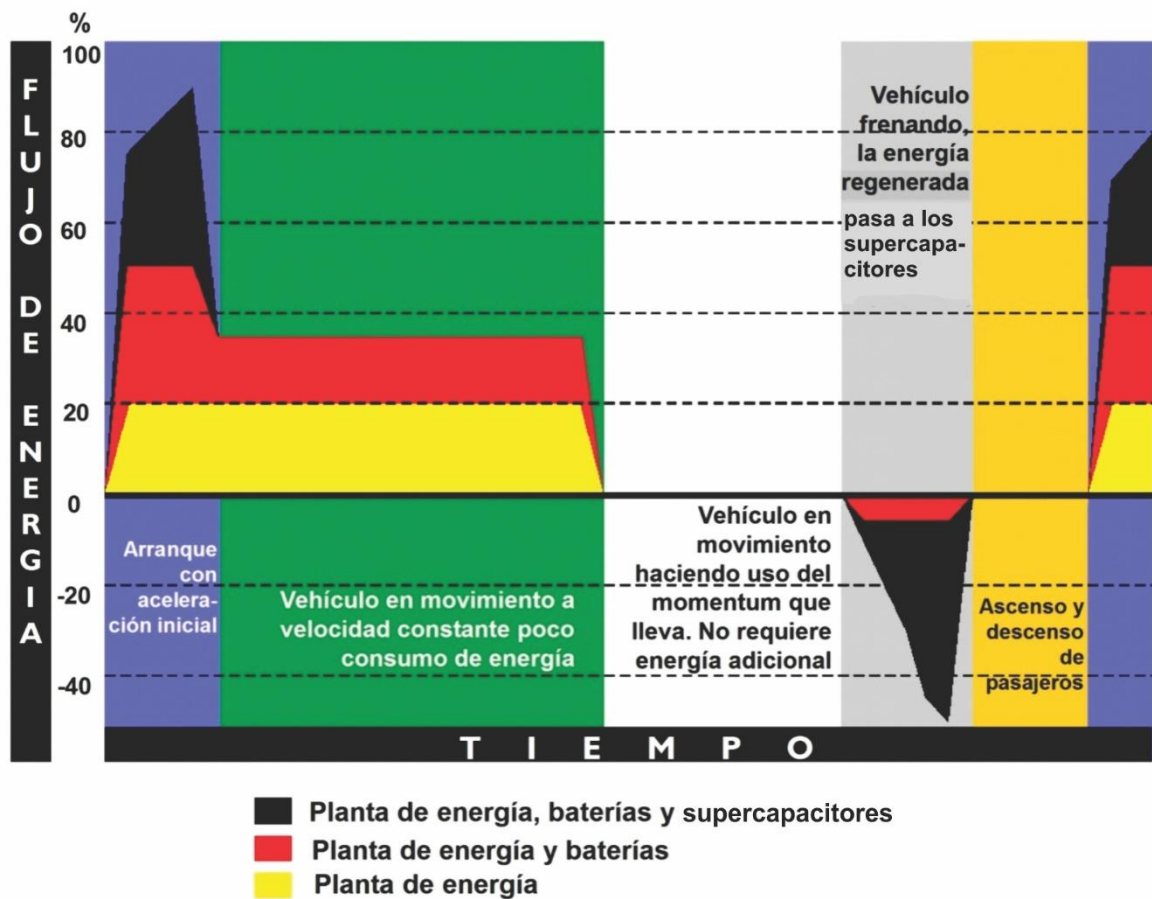


Fig. 5.3.1. Ciclo de energético de funcionamiento (Imagen Propia)

Por la ausencia de diferencial mecánico, este adopta un sistema de diferencial electrónico con redundancia, es operado como un robot ya que requiere de sistemas de control que posibiliten el diferencial y un sistema inteligente de intercambio de energía entre sus diferentes componentes de tracción-generación, almacenamiento y suministro de energía, ya sea por cableado aéreo o planta generadora accionada por motor de combustión interna, lo que permitirá eficiencia energética y con ello ahorros en su operación y bajos niveles de contaminación.

Es necesario aclarar que la planta generadora Diésel sola no puede mover los motores, el objetivo de la planta no es alimentar los motores como se muestra en el diagrama "Lógica de funcionamiento y flujos de energía" del inciso 9.4, si no la de recargar las baterías durante la operación del autobús, esto haciendo uso de la energía con base en el factor tiempo.

Se pretende cambiar la planta porque la usada de la empresa Cummins para esa potencia no tienen controles ambientales, por lo que no son aptas para circular en la Ciudad de México, las que están con controles de emisiones y respetan las normas de contaminantes son las de 80 HP en adelante. Por otro lado y por gastos de energía de conmutación se ha creído conveniente aumentar también la potencia para mejorar la eficiencia de consumo de combustible, disminuyendo el tiempo que permanecerá encendida la planta.

5.3.1 Cálculos específicos generales

Conociendo por datos del fabricante la resistencia y características de componentes como el eje delantero y su suspensión, en la parte tracción se elaboró un nuevo diseño que forma un conjunto motor, reductor semieje y suspensión, en el caso de estos dos últimos, se requería para su diseño, saber los esfuerzos estáticos y dinámicos a los que sería sometido.

Estimación del centro de gravedad

Es de suma importancia determinar el centro de gravedad (CG) lo más cercano a lo real por ser este punto donde se aplican las fuerzas que influirán en el vehículo, su estimación se hizo con un modelo virtual con una aproximación a la estructura final colocándole virtualmente pasajeros, representados por una esfera²⁵, cuyo centro es el centro de gravedad del pasajero, posicionado de pie y sentado según la distribución posible en el habitáculo, así como la planta generadora, los sistemas de almacenaje, motrices y desde luego la estructura y recubrimientos interiores y exteriores como lo son los vidrios y paneles de PRFV, el programa de CAD (SolidWorks) donde pre-diseño y se diseñó permitía ir estimando el peso y la ubicación del centro de gravedad (Fig. 5.3.2).

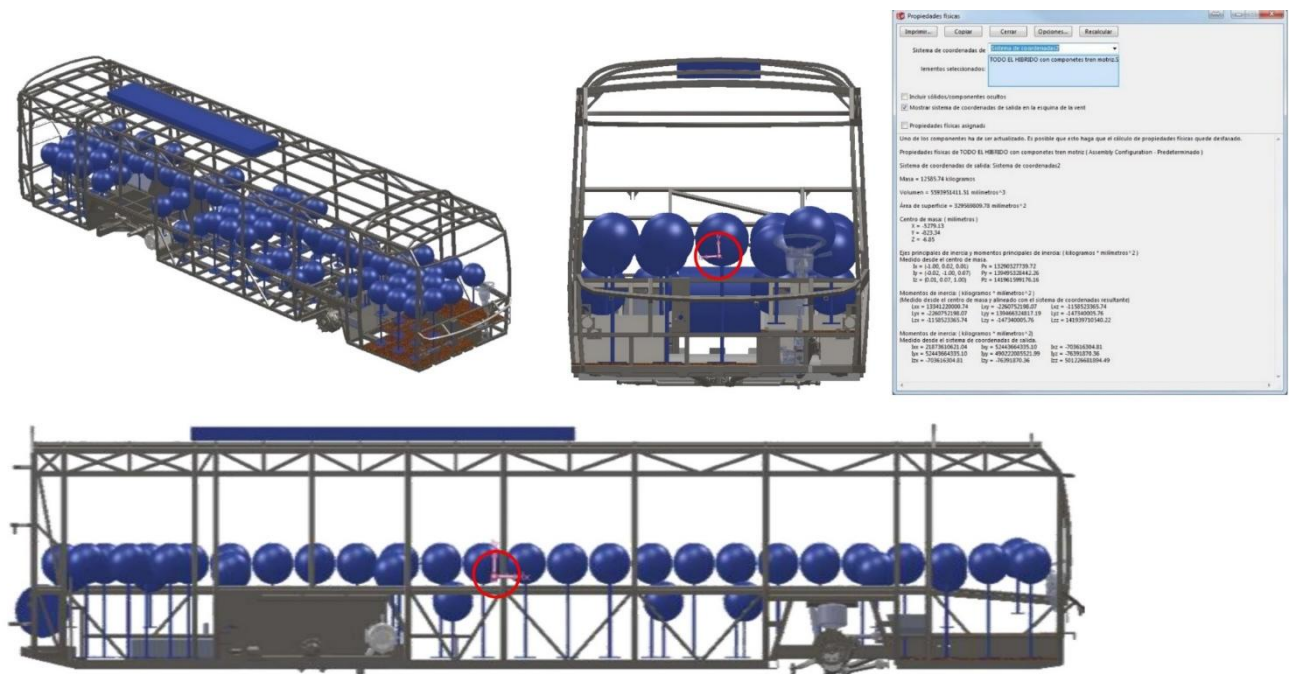
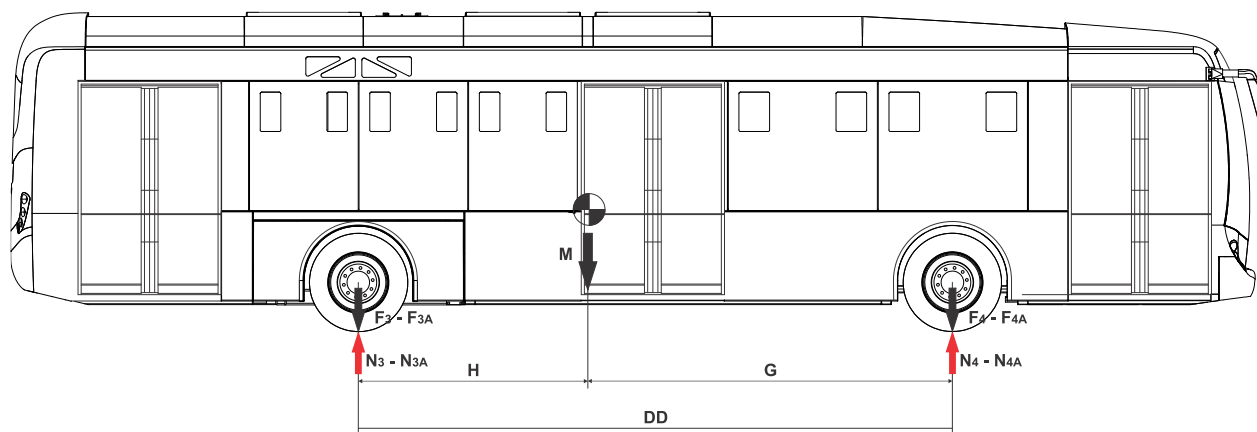


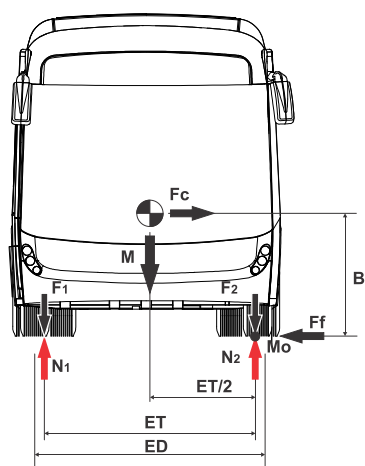
Fig. 5.3.2. Simulación de autobús con lastre, bancos de baterías y supercapacitores y planta, para determinar el centro de gravedad

²⁵ La esfera tiene un diámetro equivalente a la zona mínima que requiere un pasajero para su estadía y colindancia con otros pasajeros, lo que simplifica con esta figura la distribución de pasajeros, las esferas están colocadas con su centro a la altura del CG del pasajero en posición sedente y de pie, de acuerdo a los asientos su altura y distribución, plataformas para pies y plataforma del operador, así también cada esfera fue proveída con un peso equivalente al de un pasajero promedio según las normas.

Cálculos de ejes y semieje trasero ante deslizamiento y vuelco (carga máxima a ser sometidos la suspensión trasera y los semiejes) (Fig. 5.3.3).



Vista lateral



Vista frontal

Fig. 5.3.3. Esquema de fuerzas y momento para determinar cargas dinámicas sobre los ejes

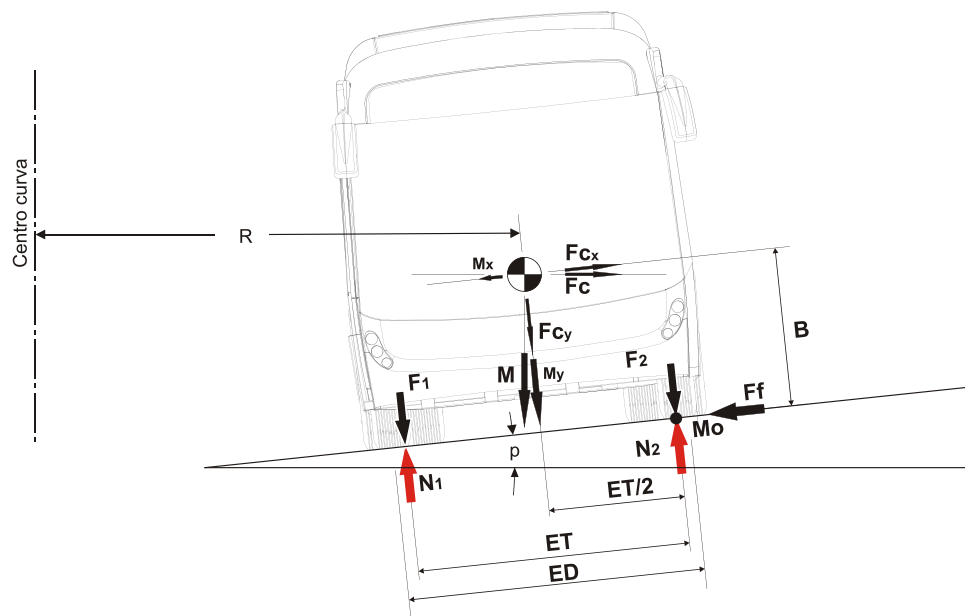


Fig. 5.3.4. Esquema de fuerzas y momento para determinar cargas dinámicas sobre los ejes en curva a peraltada

DENOMINACIÓN DE CONSTANTES Y RESULTANTES	DESIG.	VALOR ASIGNADO PARA CÁLCULO	UNIDADES	PLANTEAMIENTO
Coeficiente de Fricción	μ_k	0.50	No	$N_1 + N_2 = F_1 + F_2$ $M_o = 0$ $F_1 \times ET + M \times \text{SEN}(p) \times B + M \times \text{COS}(p) \times ET/2 - F_c \times \text{COS}(p) \times B + F_c \times \text{SEN}(p) \times ET/2 = 0$ $F_c = M \times V^2/R$ $\text{Fuerza de fricción} = \mu_k \times M \gg \mu_k \times M \times \text{COS}(p)$
Masa del autobús	M	18,800.00	kg	
Radio de Curva	R	200.00	m	
Aceleración tipo máxima	a	1.50	m/s ²	
Peralte de curva	p	0°	Grados	
Distancia entre ejes	DD	5.80	m	
Distancia del CG a la rueda trasera	H	2.14	m	
Distancia del CG a la rueda delantera	G	3.66	m	
Altura del CG	B	1.30	m	
Entrevía delantera	ED	2.09	m	
Entrevía trasera	ET	1.96	m	
PI x 180° (en radianes)	p=p	0	rad	

DENOMINACIÓN DE CONSTANTES Y RESULTANTES	DESIG.	VALOR ASIGNADO PARA CÁLCULO	UDS.	CONVERSIÓN	FORMULA	RESUL.	UDS.
DESGLIZAMIENTO (Ff=Fcp)							
Velocidad máxima en curva deslizamiento	Vm	10.0	m/s	$\frac{10 \times 3600 \text{ s}}{1000 \text{ m}}$	$Vm = \sqrt{\frac{R \times (\sin(p) + \mu k \times \cos(p))}{\cos(p) - \mu k \times \sin(p)}}$	36	Km/h
Fuerza de Fricción + componente del peso	Ff	9,400.0	kgf		$Ff = \mu k \times (M \times \cos(p) + Fc \times \sin(p)) + M \times \sin(p)$	92.21	kN
Fuerza centrífuga	Fc	9,400.0	kgf	9.81/1000	$Fc = M \times Vm^2 / R$	92.21	kN
Fuerza normal a la superficie de rodamiento	Fty	18,800.0	kgf	9.81/1000	$Fty = Fc \times \sin(p) + M \times \cos(p)$	184.4	kN
Fuerza centrífuga paralela a la superficie de rodamiento	Fcp	9,400.00	kgf	9.81/1000	$Fcp = Fc \times \cos(p)$	92.21	kN
Carga sobre las ruedas exteriores a la curva	F2	15,634.7	kgf	9.81/1000	$F_2 = \frac{(Fty \times ET)/2 + Fcp \times B}{ET}$	153.4	kN
Carga sobre las ruedas interiores a la curva	F1	3,165.3	kgf	9.81/1000	$F_1 = \frac{(Fty \times ET)/2 - Fcp \times B}{ET}$	31.0	kN
Carga sobre las rueda trasera exterior a la curva	F3	9,869.6	kgf	9.81/1000	$F_3 = F_2 \times G/DD$	96.8	kN
Carga sobre las rueda delantera exterior a la curva con aceleración	F4	5,765.0	kgf	9.81/1000	$F_4 = F_2 \times H/DD$	56.5	kN
Carga sobre las rueda trasera exterior a la curva con aceleración	F3a	16,195.2	kgf	9.81/1000	$F_{3a} = (F_2 \times G + M \times a \times B)/DD$	158.9	kN
Carga sobre las rueda delantera exterior a la curva con aceleración	F4a	- 560.5	kgf	9.81/1000	$F_{4a} = (F_2 \times H + M \times a \times B)/DD$	- 5.5	kN

DENOMINACIÓN DE CONSTANTES Y RESULTANTES	DESIG.	VALOR ASIGNADO PARA CÁLCULO	UDS.	CONVERSIÓN	FORMULA	RESUL.	UDS.
INICIO VUELCO (F₁ =< 0)							
Velocidad máxima en curva vuelco	Vm	12.3	m/s	$Vm = \sqrt{\frac{R \times ET \times \cos(p)}{2 \times \cos(p) \times B - ET \times \sin(p)}}$		44.4	Km/h
Fuerza de Fricción + componente del peso	Ff	9,400.0	kgf	$Ff = \mu k \times (M \times \cos(p) + Fc \times \sin(p)) + M \times \sin(p)$		92.2	kN
Fuerza centrífuga	Fc	14,316.9	kgf	9.81/1000	$Fc = M \times Vm^2 / R$	140.4	kN
Fuerza normal a la superficie de rodamiento	Fty	18,800.0	kgf	9.81/1000	$Fty = Fc \times \sin(p) + M \times \cos(p)$	184.4	kN
Fuerza centrífuga paralela a la superficie de rodamiento	Fcp	14,316.9	kgf	9.81/1000	$Fcp = Fc \times \cos(p)$	140.4	kN
Carga sobre las ruedas exteriores a la curva	F₂	18,800.0	kgf	9.81/1000	$F_2 = \frac{(Fty \times ET)/2 + Fcp \times B}{ET}$	184.4	kN
Carga sobre las ruedas interiores a la curva	F₁	0.0	kgf	9.81/1000	$F_1 = \frac{(Fty \times ET)/2 - Fcp \times B}{ET}$	0.0	kN
Carga sobre las rueda trasera exterior a la curva	F₃	11,867.8	kgf	9.81/1000	$F_1 = F_2 \times G/DD$	116.4	kN
Carga sobre las rueda delantera exterior a la curva con aceleración	F₄	6,932.2	kgf	9.81/1000	$F_4 = F_2 \times H/DD$	68.0	kN
Carga sobre las rueda trasera exterior a la curva con aceleración	F_{3a}	18,193.4	kgf	9.81/1000	$F_{3a} = (F_2 \times G + M \times a \times B)/DD$	178.5	kN
Carga sobre las rueda delantera exterior a la curva con aceleración	F_{4a}	606.6	kgf	9.81/1000	$F_{4a} = (F_2 \times H + M \times a \times B)/DD$	6	kN

Los valores importantes para fines de diseño son los obtenidos para F_3 (que es la carga máxima en la rueda trasera), que permiten estimar la resistencia del conjunto suspensión y el semieje, esto se lleva a cabo variando los parámetros en el programa Excel de acuerdo con las condiciones ordinarias y extraordinarias que se estima podrían presentarse en el vehículo durante su operación, variando el radio de la curva, los peraltes, que en la ciudad por lo regular son cero y en algunos casos negativos y el coeficiente de fricción de los neumáticos con el asfalto o material de la calzada (μ_k), en condiciones normales, húmedo y mojado. Para después diseñar las piezas y probarlas optimizándolas y rediseñándolas con la ayuda interactiva de programas de FEA como el ANSYS (Fig. 5.3.5).

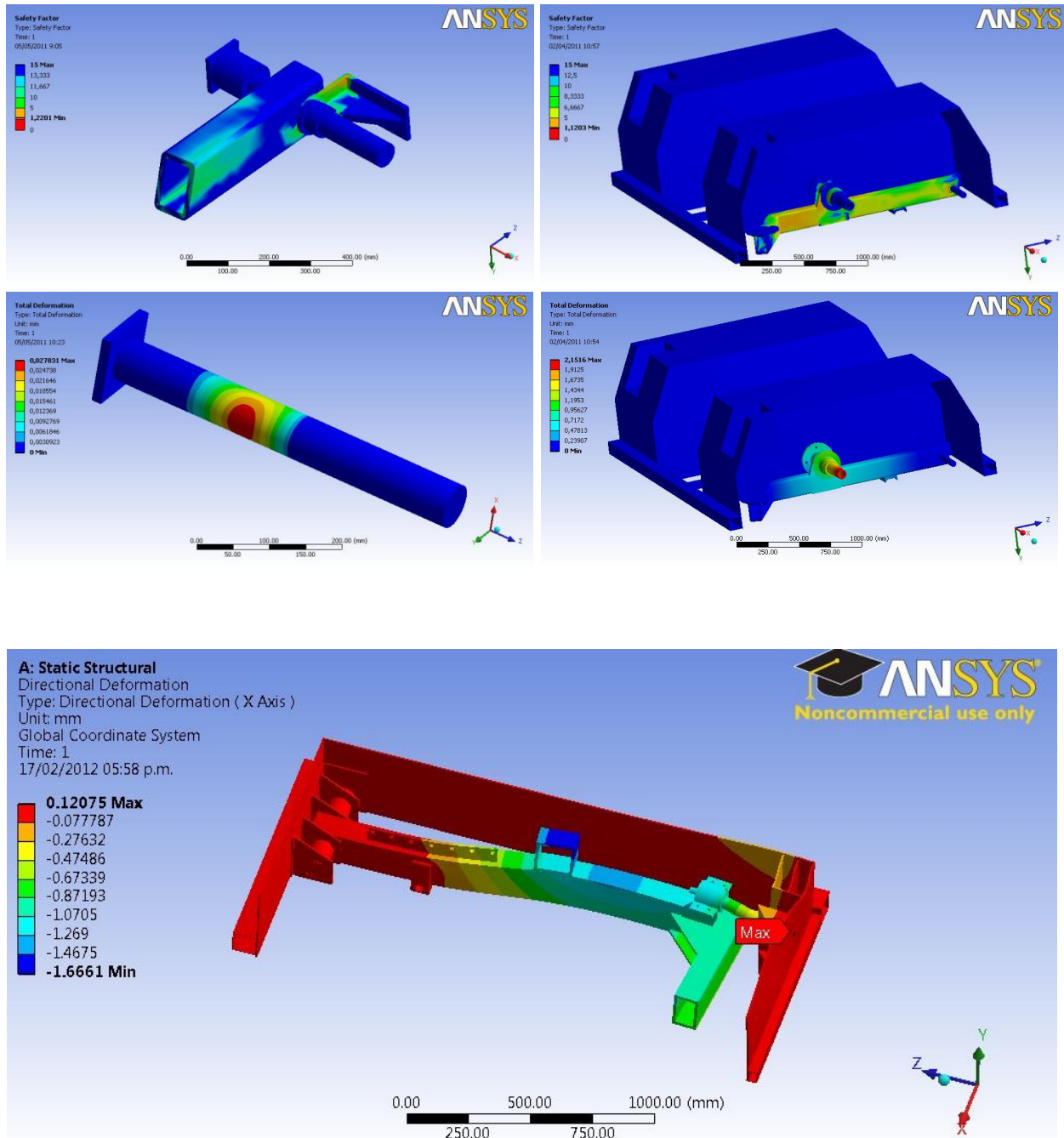


Fig. 5.3.5. Simulaciones iniciales de partes del sistema de suspensión y semieje con los datos extraídos

5.4 Propuesta de tren motriz (pasos del proceso 3.15)

Con los componentes y sistemas motrices se elaboró un montaje virtual tomando en cuenta lo aportado en las etapas de la 8.1 a la 9.1, para después comprobar mediante modelado en 3D y su montaje virtual de las piezas y conjuntos (Fig. 5.4.1).

Se diseñaron los circuitos eléctricos y electrónicos, para poder implementar el diferencial electrónico, se generaron los algoritmos, realizaron pruebas y se recabaron datos de sistemas de sensores como el ABS y del Inversor.

Además se montó un banco de pruebas necesario para elaborar los siguientes sistemas electrónicos:

- Diferencial electrónico
- Convertidores CD-CD²⁶ para el intercambio de energía entre la planta de energía, el banco de baterías de Ion Litio y los ultracapacitores
- Sistema de conmutación suave entre la planta de energía, las baterías y los ultracapacitores

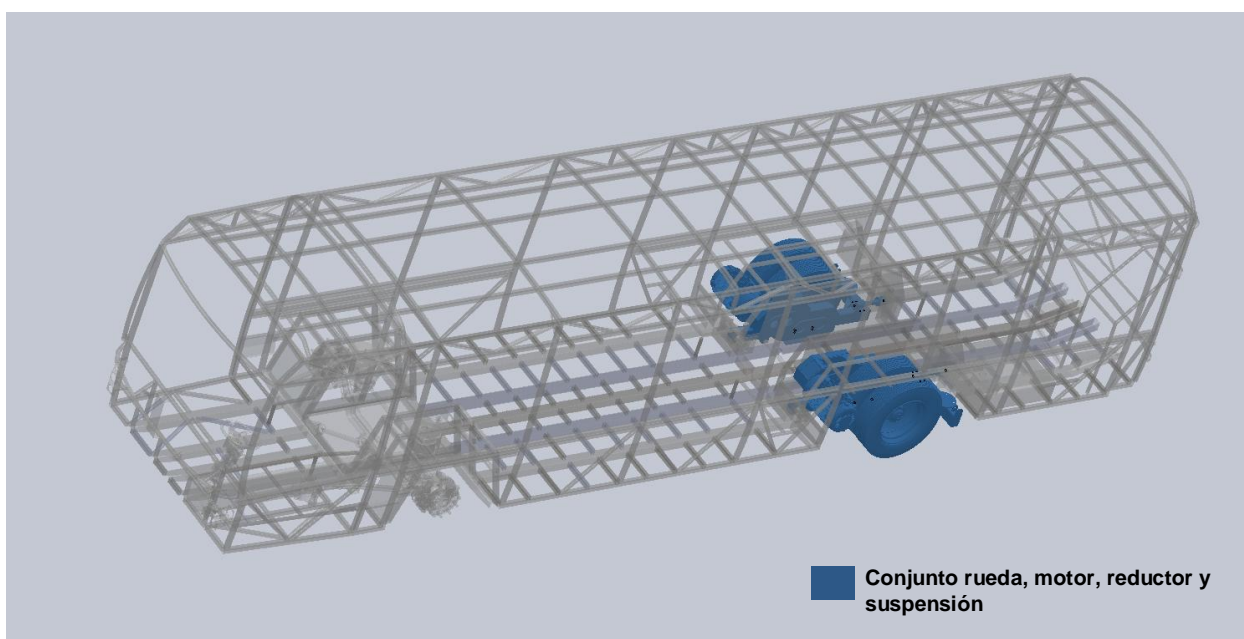


Fig. 5.4.1. Ubicación de los conjuntos rueda-suspensión-motor-reductor en el vehículo

²⁶ Convertidor corriente directa – corriente directa

5.5 Propuesta de diseño (pasos del proceso 3.16)

La decisión de la selección de alternativas se hizo en dos fases, una interna donde se preseleccionó aquellas que parecían más prometedoras, las cuales se hicieron en un modelo virtual 3D y de ahí se pasó a la fase de decisión final que se le dejó a la empresa DINA.

Las alternativas fueron dotadas de una defensa delantera protuberante debido a la configuración de parabrisas y los posibles accidentes o acercamiento de las unidades a otras de similar tamaño, en el que de tener defensas al ras de la forma, era muy probable se rompiera el parabrisas ante cualquier acercamiento.

Fue necesario la adecuación del parabrisas que tuvo que ser recortado, en el interior se hicieron todos los recubrimientos a excepción de las cubiertas entre toldo y costados, los cristales laterales se desarrollaron para este vehículo (Fig. 5.5.1 y 5.5.2).

Lo anterior provocó que la sección del autobús cambiara desde el inicio del claro de la puerta delantera hacia el frente angostándose para ajustarse al ancho del parabrisas de manera adecuada.

La facilidad de utilizar programas de representación tridimensional realista (renderización) permitió observar diseño con diferentes colores y desde diferentes perspectivas y ambientes (Fig. 5.5.3 a 5.5.5).



Fig. 5.5.1. Diferentes vistas “renderizadas” del autobús



Fig. 5.5.2. Perspectivas generadas por computadora ("Renders") del interior del autobús



Fig. 5.5.3. Renderización del autobús ambientada mostrando frente y costado con puertas



Fig. 5.5.4. Renderización ambientada mostrando la parte posterior



Fig. 5.5.5. Renderización del autobús ambientada mostrando frente y costado izquierdo

5.6 Propuesta de Ingeniería de tracción (pasos del proceso 3.17)

El sistema propuesto dadas las necesidades del vehículo fue la de un sistema en híbrido en serie, con un motor en cada rueda posterior, formando un conjunto en lo mecánico con la suspensión, el semieje, los frenos, la rueda, el reductor y el motor (Fig. 5.6.2). En lo eléctrico y electrónico debía implementarse un sistema de control y flujo de potencia como el que se muestra en el Esquema de Lógica de Funcionamiento y Flujos de Energía (Fig. 5.6.3) y que se complementa con la Tabla de Parámetros Básicos a Tomar en Cuenta para el Diferencial Electrónico (Tabla 5.6.1), con su respectivo diagrama de control (Fig. 5.6.4).

Dado que el sistema constituía una unidad compacta relativamente confinada, en donde la ventilación se daba naturalmente por la parte inferior abierta, y calculando que el motor y el reductor se calentarían por su funcionamiento pero sobre todo el freno de tambor, se hizo necesario el implementar un sistema de ventilación forzada que expulsara el aire caliente y permitiera la entrada de mayor cantidad de aire ambiente para intercambiar calor con los componentes antes citados (Fig. 5.6.1).

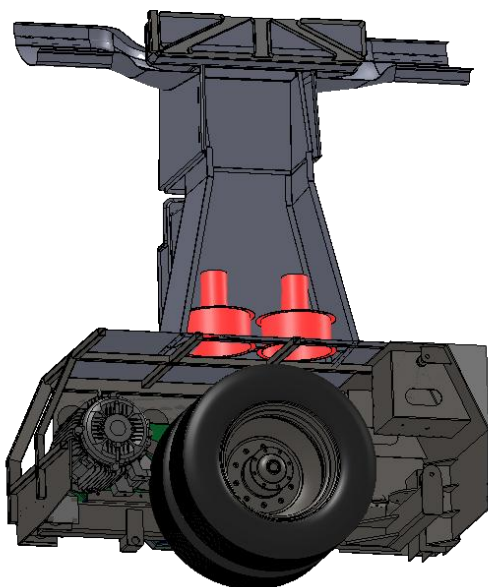


Fig. 5.6.1. Conjunto motriz con tolva y sistema de enfriamiento del conjunto por ventilación forzada, junto con su trampa de agua

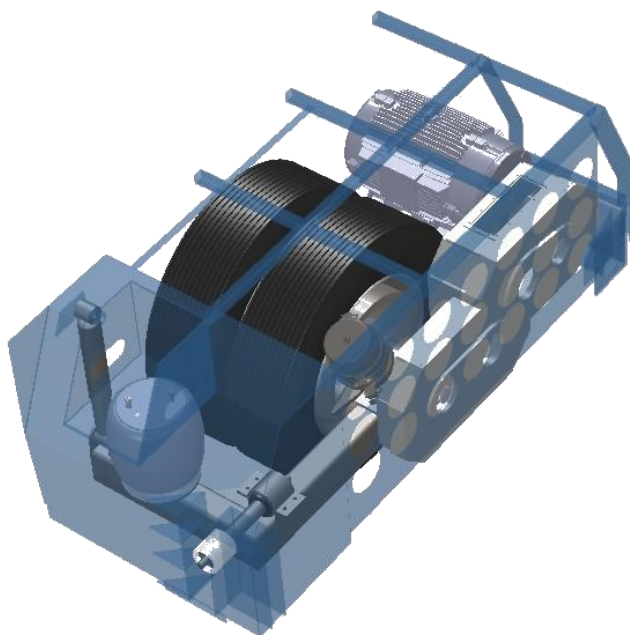
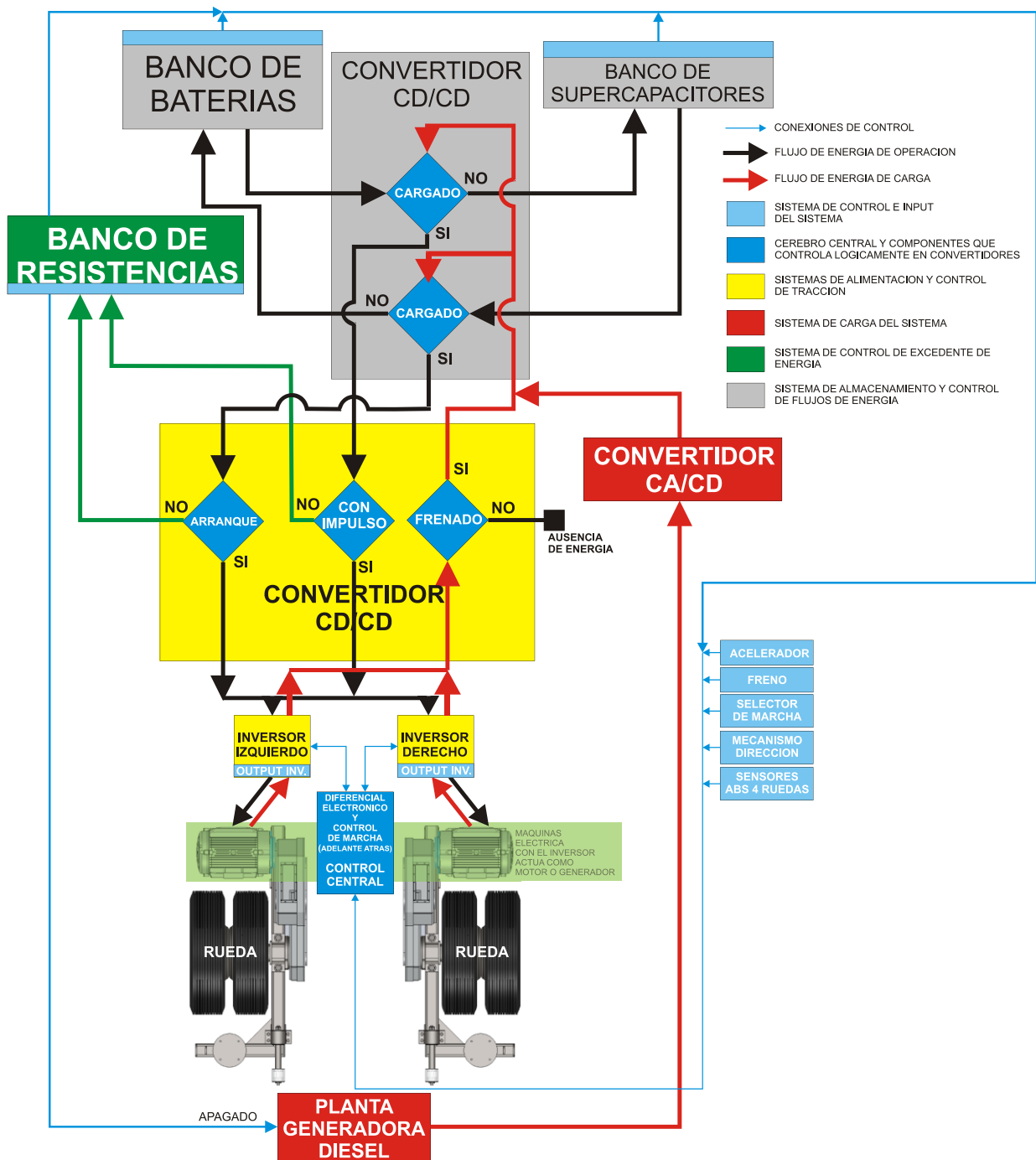


Fig. 5.6.2. Conjunto motriz con tolva



Lógica de funcionamiento y flujos de energía

Fig. 5.6.3. Esquema por bloques de lógica de funcionamiento y flujos de energía

Tabla de parámetros básicos a tomar en cuenta para el diferencial electrónico

PARÁMETRO	UTILIDAD	DE DONDE SE OBTIENE	TRATAMIENTO
Velocidad angular ruedas posteriores	Retroalimenta el ajuste de velocidad entre las dos	Sensor de ABS de las ruedas posteriores (uno por rueda) Controlador Lógico Programable (PLC por sus siglas en inglés) de "Driver Inverter" de motores	Circuito comparador de pulso con base en tiempo conectados a micro controlador
Velocidad angular ruedas delanteras	Retroalimenta el ajuste de las ruedas posteriores de acuerdo con el arco que describen con respecto a las anteriores y posibles eventos de derrape	Sensor de ABS de las ruedas delanteras	Circuito comparador de pulso con base en tiempo conectados a micro controlador Salida digital hacia control de velocidad de los "Driver Inverters"
Angulo de giro de ruedas delanteras	Indica intención e intensidad de giro, así como retroalimenta el algoritmo de la diferenciación de velocidad entre las ruedas valores comparados de velocidad	Acelerómetros colocado próximo a giro de rueda delantera y otro de ángulo de giro de caja de dirección	Transductor de señal de ángulo del acelerómetro conectado al micro controlador
Resistencia al avance de motor	Retroalimenta físicamente el comportamiento de los motores de tracción ante eventos de giros, baches y patinados de ruedas posteriores	"PLC" de Driver Inverter de motores	Salida digital hacia control de velocidad y potencia de los "Driver Inverters"
Intención de aceleración e intensidad	Alimenta el avance que desea el operador para con la tracción e activa el primer ciclo de frenado regenerativo	Pedal de acelerador	Circuito transductor de la señal del pedal al microprocesador, para gobernar el sistema de propulsión
Intención de frenado e intensidad	Alimenta el frenado que desea el operador para con la tracción y activa la intensidad y /o desactiva el freno regenerativo	Pedal de freno mediante interruptor y decodificador persostaticos	Circuito transductor de la señal del pedal dado por la presión de aire censada, alimentada al microprocesador, para gobernar el sistema de propulsión

Tabla 5.6.1 Parámetros básicos a tomar en cuenta para el diferencial electrónico

Para el funcionamiento del sistema eléctrico - electrónico se elaboraron los algoritmos necesarios para su funcionamiento, que tomaban en cuenta lo descrito en la tabla anterior.

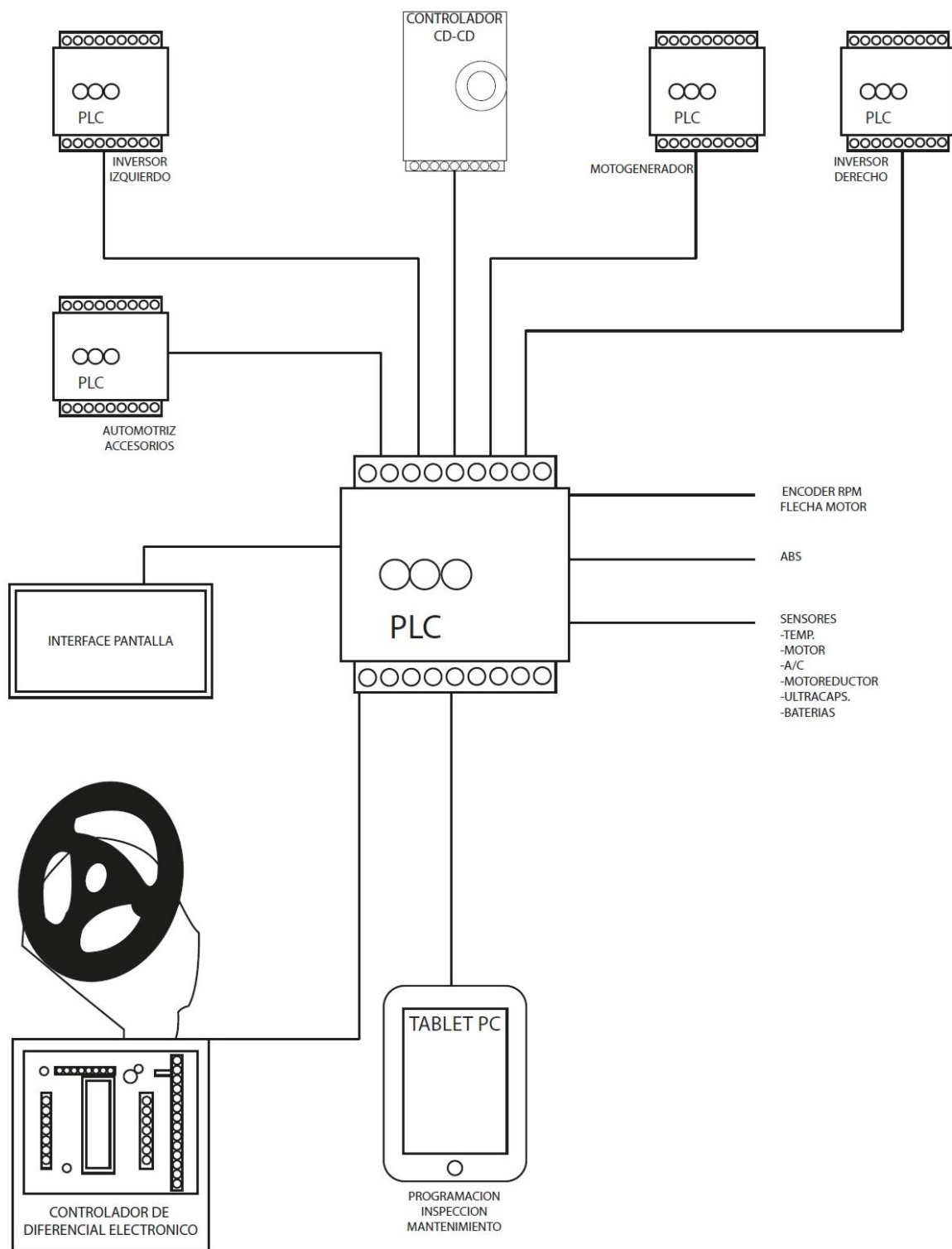


Diagrama de control

Fig. 5.6.4. Diagrama de control del sistema (Cortesía de Ing. Gerardo Altamirano León)

5.7 Propuestas de concepto de Ingeniería de tren motriz (pasos del proceso 3.18)

En el ámbito mecánico fue necesario adecuar de manera precisa la interacción del conjunto motriz que incluía la suspensión neumática, los frenos de tambor de las ruedas, el semieje, el reductor y el motor, de tal manera que todo tuviera sus rangos de funcionamiento adecuado.

El escaso espacio para todo el conjunto requirió de un concienzudo diseño de conjunto, el reductor fue encargado a un especialista en éstos, con el cual se interactuó en la definición y desarrollo de éste, los parámetros críticos eran su ancho la posición del motor con respecto al eje de las ruedas y su fijación al motor, el semieje y la suspensión (Fig. 5.7.1).

Otro aspecto crítico era el recorrido de la suspensión hacia arriba lo que dejaba un claro muy pequeño para su movimiento (no más de 80 mm en el eje delantero y no más 100 mm en el trasero), dejando muy poco margen de maniobra en operación normal (Fig. 5.7.2). En el caso de llevar una velocidad de entre 20 a 50 km/h que es la normal para el servicio el pasar por un pequeño tope o vado lleva los ejes a chocar con la estructura causando molestias severas a los usuarios, por tanto se dotó de capacidad para poder elevar el vehículo en tramos de vialidad donde existan estos obstáculos, también lo es mejorar el carril por donde circulara el vehículo y el dar la adecuada capacitación a los operadores en el manejo de este tipo de autobuses.

La adopción de suspensión neumática no es un lujo es una necesidad, en todos los autobuses de piso bajo es el estándar y en todos ellos si se daña ésta o se pierde presión el vehículo queda inutilizado hasta que llegue el auxilio de servicio que se ve en la necesidad de calzar la suspensión para poderlo mover con grúa.

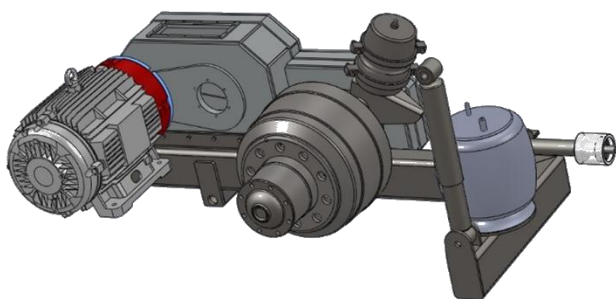


Fig. 5.7.1. Propuesta de concepto de tren motriz en una vista 3D

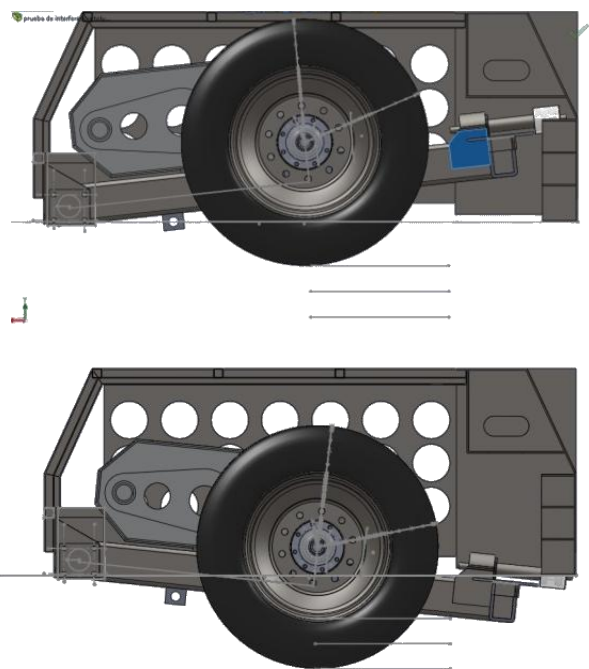


Fig. 5.7.2. Simulación de funcionamiento de concepto de tren motriz interactuando en tolva

5.8 Propuesta estructural constructiva (pasos del proceso 3.19)

El concepto de "Estructura Modulada Correspondiente", que consiste en que los elementos estructurales de la carrocería se corresponden mutuamente entre toldo, laterales y piso de la unidad, al contrario del aplicado en DINA, sin correspondencia lo que no distribuye adecuadamente los esfuerzos entre las partes.

Después someter el concepto de estructura a cálculos de esfuerzos estáticos y dinámicos para aproximar al resultado final (Fig. 5.8.1), se determinó que con base en el peso había que reducir casi una tonelada. Esto se solucionó cambiando el diseño y material de las tolvas de ruedas delanteras y traseras que originalmente se plantearon de placa de acero y se cambiaron por un armado de estructurado de PTR, con ello se redujo el peso de las tolvas en dos tercios aproximadamente, también se analizó toda la estructura en busca de reducir más peso y aumentar la resistencia (Fig. 5.8.2). El rediseño de las tolvas de ruedas implicó un cambio de diseño, ya que el mayor espesor del conjunto hizo inviable el montar asientos sobre estas sin aumentar la altura de la plataforma de asientos y ésto no era adecuado para un buen uso ergonómico, por tal razón se debió realizar el diseño de cubierta de tolvas con asientos incorporados en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), con lo que los asientos y las plataformas quedaron ergonómica y antropométricamente adecuadas.

Se reforzó la zona de tirantes de suspensión del eje delantero para distribuir mejor las cargas, sobre todo por las demandas de desaceleración en el frenado de la unidad a plena carga.

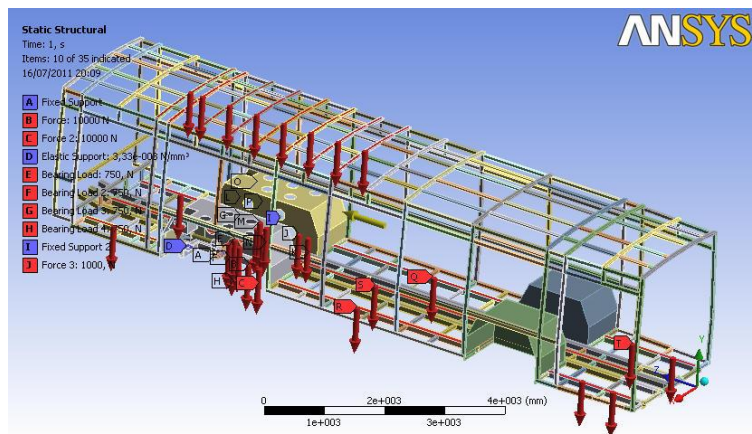


Fig. 5.8.1. Ubicación de las fuerzas para el cálculo de estructura

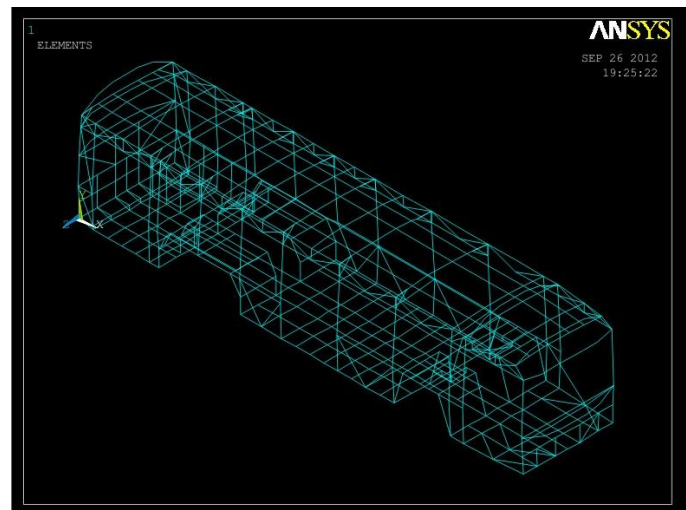
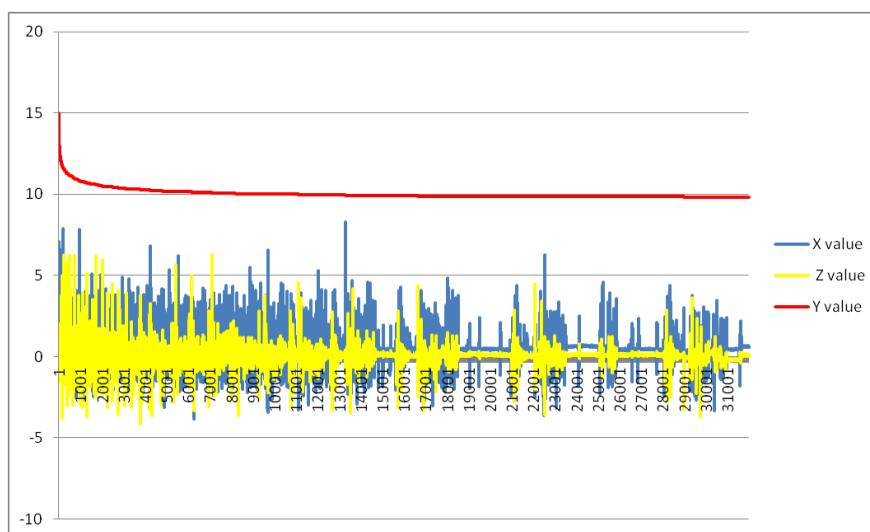


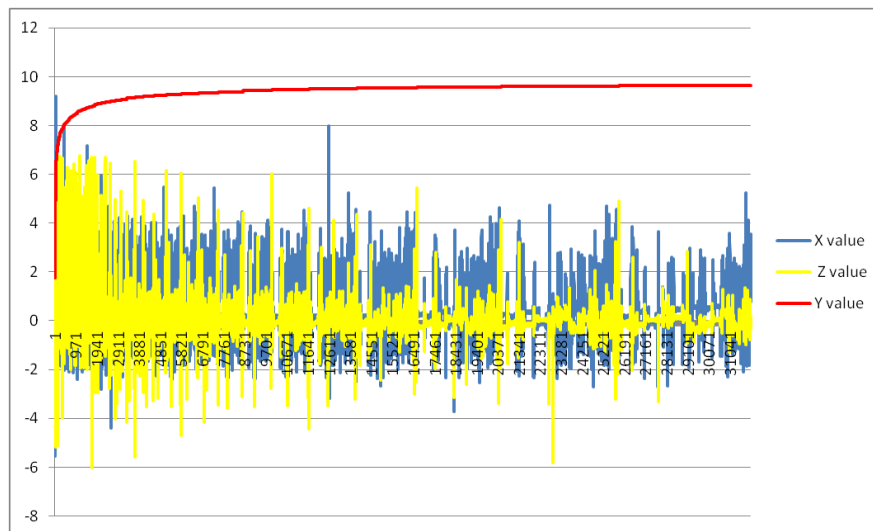
Fig. 5.8.2. Estructura alambrica para el cálculo general de la estructura

Uno de los problemas de un autobús de piso bajo reside en que el piso no puede estar formado por perfiles cuyo peralte sea demasiado alto, porque esto daría lugar a que se tuviera que elevar el piso de la unidad o bien el fondo del autobús pegase constantemente con obstáculos en el suelo, para mantener una estructura “delgada” (no mayor de 120 mm) en el piso se requiere transferir esfuerzos al costado del vehículo, pero esto es complicado porque los costados tienen amplios claros acristalados en un lado y en el otro además los claros de las puertas, la forma en que se soluciona esto es transfiriendo la carga a la parte superior del costado y al toldo, a manera de un puente colgante donde los postes actúan a tensión y la parte superior del costado toldo es una viga que complementa al piso.

Otro aspecto a tomar en cuenta de la estructura del piso es la concentración de esfuerzos por la acumulación de pasajeros de pie que puede darse de manera real en la operación en países como México, en el que el nivel de ocupación llega a ser en las zonas de pasajeros de pie de hasta 12 pasajeros por metro cuadrado (840 kg/m² en estático) y aunado con que este vehículo no está sobre rieles sino a que oscila sobre el pavimento, genera cargas importantes sobre esa estructura, además de la fatiga a la que se ve expuesto, como se comprobó al hacer pruebas con acelerómetros colocados en autobuses que prestan el servicio, donde los valores pico de aceleración vertical fácilmente llegaban a 5.2 m/s², esto aumenta la fuerza sobre el piso en lapso de tiempo 20 - 40 ms en 1,282 kg/m² (graficas 5.8.1 y 5.8.2), por tanto la fatiga de toda la estructura es considerable, con lo que la necesidad de reforzar el piso era incuestionable, los vehículos europeos y norteamericanos de este tipo circular en vialidades en buen estado, en cambio las condiciones nacionales y sobre todo en la Ciudad de México Son más severas aun con re-encarpetamiento más severas, porque el suelo de ésta se deforma constantemente ya que se encuentra sobre arcilla altamente comprimible, lo que causa ondulaciones en la calzada y daños en juntas cuando es de concreto, provocando baches.



Graf. 5.8.1. Gráfica de valores máximos de aceleración en ruta tipo, agrupados de mayor a menor en el eje Y, la línea roja representan las aceleraciones verticales (incluyen aceleración de la gravedad).



Graf. 5.8.2. Gráfica de valores mínimos de desaceleración en ruta tipo, agrupados de menor a mayor en el eje Y, la línea roja representan las aceleraciones verticales (incluyen aceleración de la gravedad).

Todo ello se simuló en el programa ANSYS, dando como resultado el concepto final de estructura con la cual se construyeron los prototipos (Fig. 5.8.3).

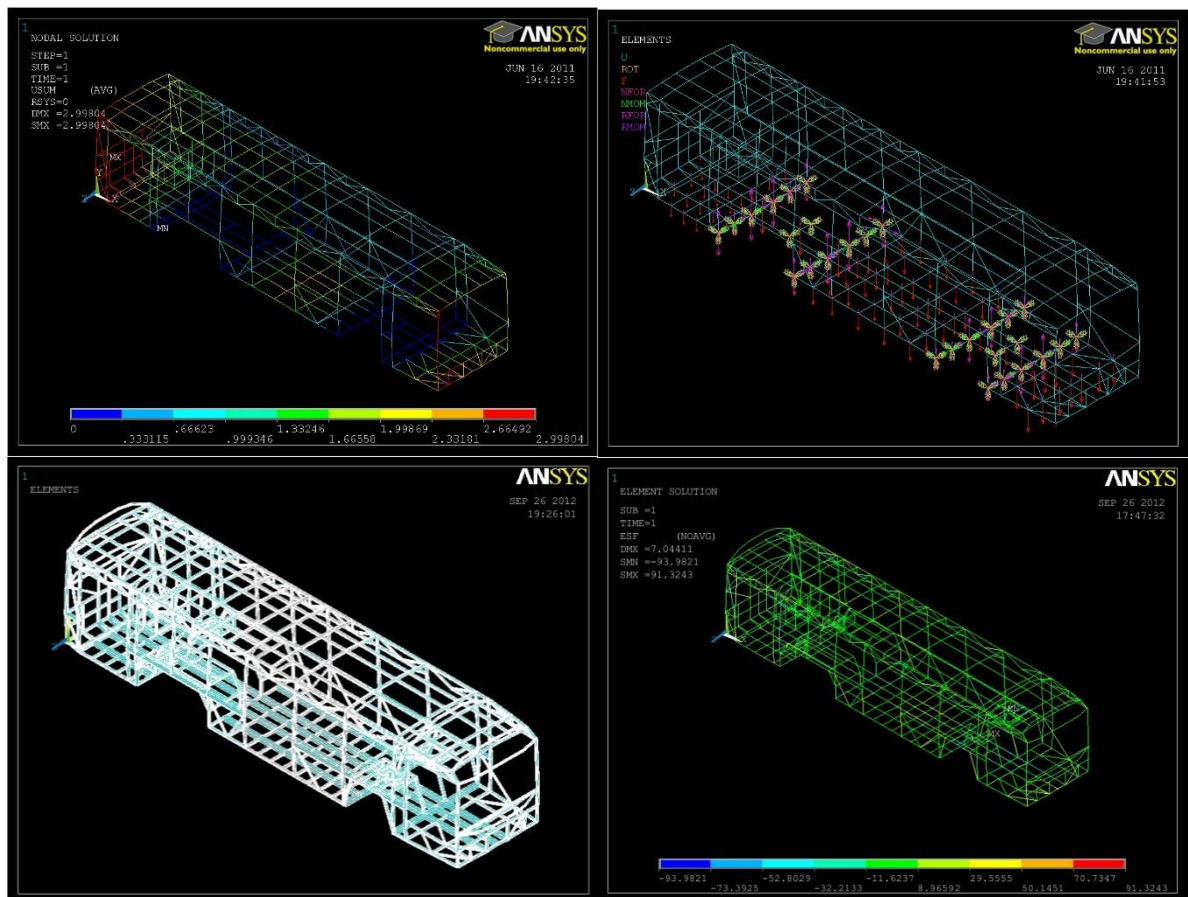


Fig. 5.8.3. Diferentes etapas y cálculos de la estructura en general. Después se calcula en particular secciones de la estructura y del tren motriz, se parte de lo general a lo particular.

Se debe considerar que las baterías representan una masa equivalente a soportar sobre el toldo del autobús un automóvil compacto (1,200 kg) (Fig. 5.8.4), pero afortunadamente con un centro de gravedad muy bajo, este hecho somete a la estructura de toldo y laterales a esfuerzos insólitos en un autobús en una área relativamente pequeña por lo que las torsiones por inercia y fuerza centrífuga en vueltas hace que el comportamiento de la estructura en sus perfiles tienda a plegarse, por esta razón no se ocuparon perfiles tipo "sombrero" ó "U", que hubieran reducido más peso, pero que por estar abiertos tienden a colapsarse más fácilmente.

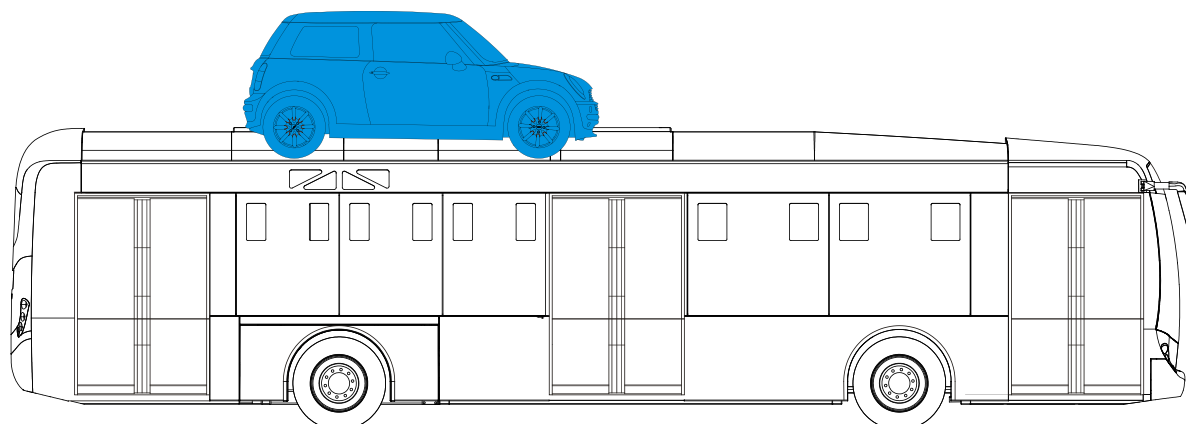


Fig. 5.8.4. Equivalencia de peso de las baterías sobre el toldo del autobús

6. Desarrollo

El desarrollo implicó como su nombre lo indica la realización de todo el modelado geométrico del autobús, salvo los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos de línea, los recubrimientos del cuerpo central interior, el sistema eléctrico de iluminación interior y exterior y el sistema neumático, que lo realizó la empresa DINA, el resto se desarrolló desde cero, lo que implicó la determinación de la forma, materiales, mecanismos, ensambles y la correcta interacción entre ellos.

Con la ayuda de sistema de CAD fue posible el elaborar, armar, simular y administrar el desarrollo de los proyectos, en un tiempo corto y con poco personal, las piezas se generaron en 3D, se ensamblaron virtualmente, se simularon y confirmaron su funcionamiento, interferencias y armado, para después extraer la información 3D a 2D en planos para la realización del prototipo, se realizaron más de 490 planos, de pieza por pieza, ensambles, diagramas, despieces e indicaciones (se incluye el listado de planos en la sección de anexos).

6.1 Desarrollo estructural (pasos del proceso 3.20)

Tomando en cuenta la etapa 3.19 se desarrolló a detalle la estructura del autobús híbrido, definiendo en planos sus piezas, componentes, su construcción y especificaciones, adecuándose a la capacidad constructiva de la empresa (Fig. 6.1.1). Se realizan planos de taller para la construcción del prototipo (Fig.6.1.2).



Fig. 6.1.1. Representación tridimensional "renderizada" de la estructura

6.2 Desarrollo de interfaces y apariencia (pasos del proceso 3.21)

Esta etapa requirió el modelado en 3D de las piezas, componentes y sus planos, además del desarrollo para su modelaje y la elaboración de moldes, para los recubrimientos interior y exterior, delantero y trasero, denominados en la industria como conchas, el tablero y los recubrimientos de tolvas con asientos integrados y las estereotomías correspondientes, sus planos y archivos para ser procesadas en máquinas herramientas de corte CNC.

Se requirió de un desarrollo a detalle del exterior, concha delantera y trasera; ésto demandó de un cuidado modelaje que asegurara la continuidad de las superficies a lo que se denomina en la industria como Superficies Clase “A”.

Superficie Clase A

En la industria automotriz las denominadas Superficies Clase A, no están del todo estandarizadas, cada compañía establece éstas, pero la mayoría tiene puntos en común que son los requisitos mínimos que deberá cumplir una superficie para ser definida como Clase A, también denominadas Superficies C2, estas son las visibles y donde la apariencia es primordial. Matemáticamente hablando, estas superficies deben contar con continuidad en curvatura, y a su vez, el diseño ha de realizarse con la representación matemática más sencilla posible y capaz de adaptarse a la forma deseada. Por lo tanto, no cuenta con ninguna curvatura ni ondulación indeseada. Esta superficie es importante porque denota la calidad del vehículo, es por tanto el criterio estético más importante que el funcional o productivo, y se debe tener muy en cuenta en el desarrollo conceptual. Ésta es la razón por la que el cliente, se define en igualdad de calidades funcionales, por un producto de mejor diseño y acabado superficial. En este aspecto la Superficie Clase A tiene en esencia una continuidad en los reflejos y si el diseño cambia de curvatura esta debe tener una relación (no continuidad necesariamente) con la anterior y su propia continuidad de reflejos, definiendo cambios en los volúmenes de acuerdo con la concepción del diseño y no de forma discontinua pareciendo un parche o abolladura no intencional, para depurar las superficies de un diseño los sistemas de CAD actuales cuentan con herramienta de análisis que permiten comprobar el diseño y la forma, ya sea mediante simulación por el denominado cebreado (Fig. 6.2.1) o la representación de reflejos en la visualización de las piezas.

Serán precisamente las distorsiones de luz los que indicarán dónde hay imperfecciones o transiciones poco suaves. Los reflejos en una y otra superficie deben verse constantes, pues de otro modo el resultado serían superficies desconectadas. También hay que considerar que en muchos diseños se busca intencionalmente cambios abruptos de continuidad.

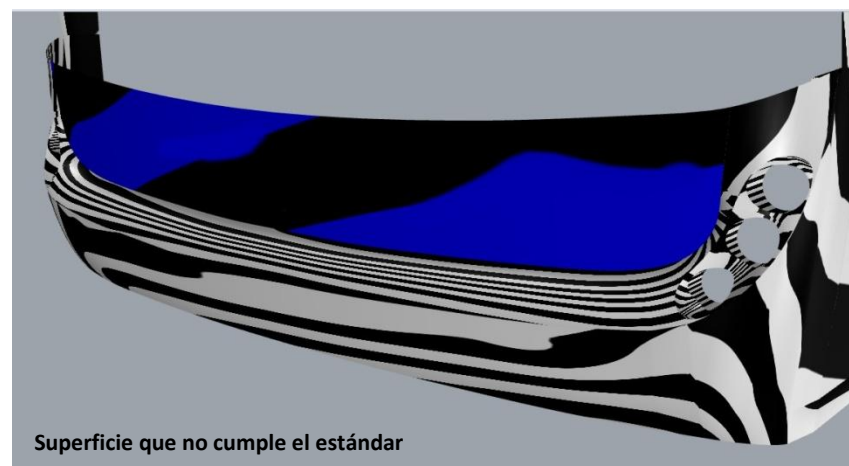
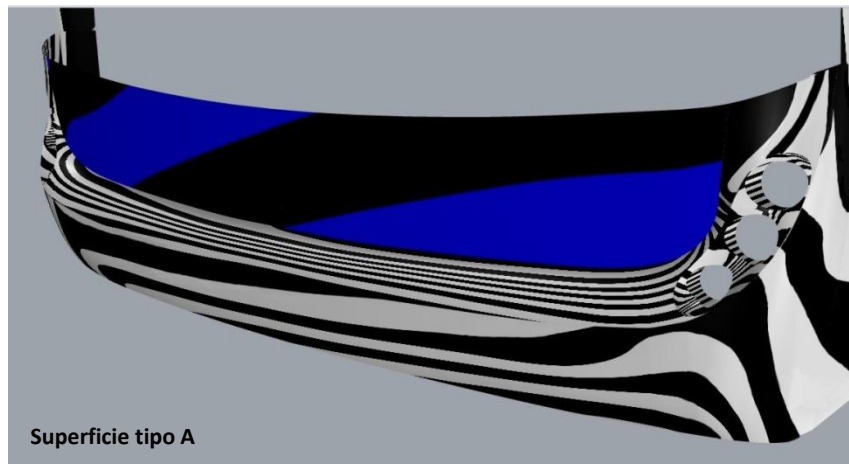


Fig. 6.2.1. Diferencias entre superficie tipo A arriba y una superficie que no cumple con las especificaciones para ser considerada como tal, ambas generadas con ayuda de un software de diseño.

6.3 Desarrollo de unidad a nivel cabina interior (pasos del proceso 3.21.1)

Uno de los componentes más difíciles de diseñar y desarrollar es la cabina interior de un vehículo, en especial el tablero, se requiere de un continua revisión del concepto y del diseño con base en las necesidades ergonómicas del operador y se debe tener en cuenta a la vez una apariencia armónica y estética, en este todo es importante la visibilidad del operador al “display” a través del volante y las posiciones posibles de la columna de dirección, el espacio para manos del volante con respecto al tablero y las diferentes tallas y estaturas del conductor, que además no debe de perder visibilidad al exterior de la unidad, el acceso fácil de este al puesto de conducción, el alcance y percepción de controles y botones.

Los factores antes mencionados hacen de esta zona del autobús un verdadero reto en el que además, además debe tomarse en cuenta que el “display”, en este caso de LCD con luz de diodos emisores de luz (Led's), tiene un determinado ángulo de visión y los reflejos y luz ambiental lo afectan.

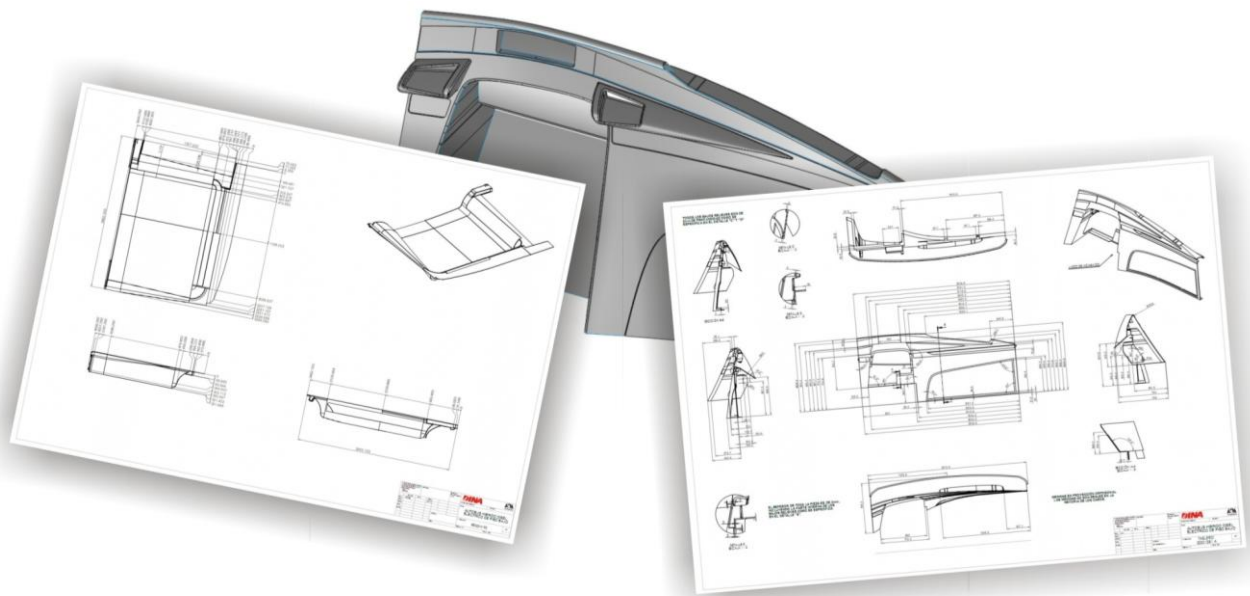
Otro aspecto importante que requirió de un proceso de desarrollo complicado fue el que la zona de tablero debería dar acceso a los componentes como, luces exteriores, sistema de limpia y lava parabrisas y el desempañador, además de tener en cuenta circuitos y arneses de control y otros relacionados, todo esto contenido en un volumen relativamente pequeño y con escotillas que permitieran el mantenimiento de los componentes antes mencionados.

En esta etapa se modelo virtualmente el interior de la cabina, los recubrimientos de postes, concha interior y tablero en 3D y de este se obtuvieron los planos y plantillas de corte para estereotomía (Fig. 6.4.1).

6.4 Desarrollo de unidad a nivel exterior (pasos del proceso 3.21.2)

Se realizaron los planos de taller para la construcción del prototipo, generándose archivos para los cortes en CNC de la estereotomía de las conchas posterior, delantera, defensas, así como los planos de secciones y detalles para su modelado.

Toda la unidad se realizó virtualmente, cada pieza se generó en 3D con sus propiedades virtuales de forma dimensión y materiales, de ésta se extrajeron con el mismo programa de CAD los planos 2D con los que se realizarían las piezas, importante en este proceso fue la posibilidad de visualizar las piezas y sus ensambles, permitiendo corregir errores antes de elaborar los planos (Fig. 6.4.1).



También fue necesario hacer adecuaciones a los archivos para realizar las plantillas de la estereotomía de acuerdo con la máquina de corte que en este caso fue un rauter CNC, y para la realización de piezas en impresión en 3D para las secciones del modelo que se injertarían en éstos.

No se realizaron modelos a escala del proyecto completo porque no se vió necesario en ninguno de los proyectos previos, dadas las facilidades que permite la recreación en 3D, por otro lado se hicieron proyecciones del modelo en una pared a escala aproximada de 1:1 para experimentar las proporciones lo más realista posible de la unidad, y generar las correcciones finas, dado que lo que se ve bien en la pantalla no necesariamente se ve bien a tamaño real.

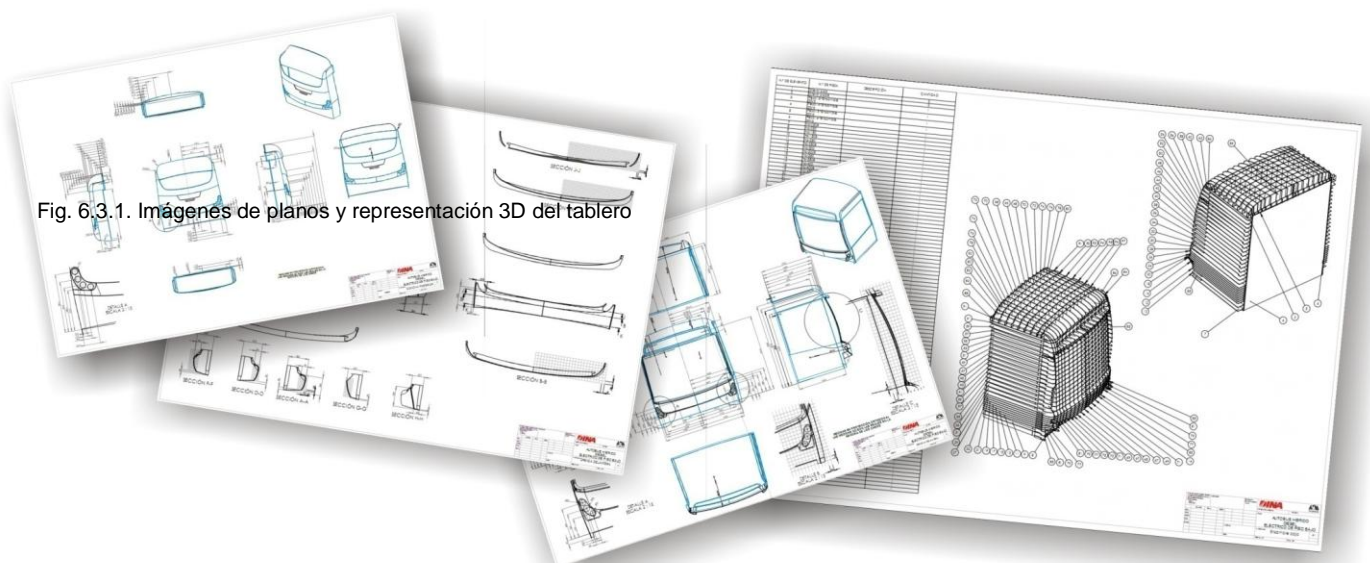


Fig. 6.3.1. Imágenes de planos y representación 3D del tablero

Fig. 6.4.1. Imágenes varias de los planos de conchas exteriores y de la estereotomía

6.5 Construcción de prototipo (pasos del proceso 3.22)

Para la construcción de los prototipos se entregaron a la empresa DINA los planos de todas las piezas desarrolladas, para que en el Área Experimental de DINA se llevara a cabo su construcción, durante el proceso fue necesaria la supervisión, en la construcción de la estructura se verificaron las piezas, su material y los procesos de soldadura, la cual fue calibrada por nuestro especialista en estructura para el trabajo (Fig. 6.5.1 y 6.5.2), cabe mencionar que por la premura para acabar en tiempo algunos materiales no estuvieron disponibles, por lo que se armó temporalmente con materiales sustitutos, tal fue el caso de la denominada viga de suspensión que se fabricó con un material de espesor menor al especificado y presentó deformación elástica, la cual sería corregida al sustituirla por el material adecuado.

Para el caso de los recubrimientos exteriores e interiores fue necesaria la supervisión de las tareas de corte de las plantillas de la estereotomía, como la construcción del modelo y el molde (Fig. 6.5.3), la calidad final del modelo no alcanzó los estándares apropiados por falta de capacitación de los modelistas, de tiempo y de apoyo de ingeniería de DINA que les asignaba el trabajo.



Fig. 6.5.1. Foto de armado de estructura de conjunto piso del vehículo



Fig. 6.5.2. Foto de la estructura



Fig. 6.5.3. Diferentes momentos y aspectos del modelado de la concha delantera y el molde, de izquierda a derecha y de arriba abajo: armado de estereotomía con piezas cortadas con maquina CNC, llenado de los huecos de la estereotomía con espuma rígida de poliuretano, recubrimiento encima de la espuma y con los cortes como límite con pasta para modelar de poliéster y su lijado, obtención de piezas complejas de la facia de faros por impresión 3D y su reforzado con PRFV, pieza anterior injertada en el modelo, molde sacado con el modelo para la pieza del frente (concha delantera).



Fig. 6.5.4. Arriba modelado de los cubre tolvas con asientos integrados de izquierda a derecha: corte de piezas de contrachapado con la forma básica descrita en planos armando el volumen, recubrimiento con pasta con platillas de las superficies curvas, detallado para sacar el molde.

Abajo de izquierda a derecha: estereotomía relleno con espuma rígida de poliuretano y recorte del sobrante que excede los cortes de la estereotomía, recubrimiento con pasta de poliéster de la espuma, acabado de la pieza a lija y con pasta.

Los procesos utilizados para el modelado de piezas en México aplican técnicas atrasadas, no conocen adecuadamente el proceso de modelado con estereotomía y los materiales que se usan no ayudan mucho al proceso de modelado orgánico, para relleno de los huecos de la estereotomía se utiliza espuma de uretano lo más rígida posible pero sin una fórmula que permita su estabilidad dimensional, lo que conlleva problemas de hundimiento y cuarteaduras del modelo. Para el modelado se utiliza una pasta hecha regularmente resina poliéster, talco y carboxilo (Fig. 6.5.4), esta pasta permite el modelado de una sola vez, haciendo difícil las correcciones y para detallar la pieza es necesario lijar la pasta, que es bastante dura, esto permite estabilidad del modelo pero dificulta el acabado, por otro lado el acabado se verifica por el sentido del tacto y no con el de la vista que es el adecuado, el proceso de detallado es igual que el que aplican los talleres de "hojalatería" para arreglar colisiones de autos, distanciado de los métodos modernos y hasta tradicionales de modelado en la industria automotriz, con una arcilla especial normalizada, que permite un buen acabado superficial e innumerables correcciones y facilidad para el modelado y el acabado final, ciertamente su costo es mucho más alto pero permite su reciclado en una gran proporción.

Por otro lado se ayudó al proceso de modelado por parte de la UAM al hacer piezas en impresión 3D que después fueron injertadas en el modelo (Fig. 6.5.3), lo ideal hubiera sido el modelado con una herramientas CNC que labrara un bloque aproximado en volumen y forma con espuma y arcilla (Figs. 6.5.5 y 6.5.6), dejando sólo el detallado y correcciones a los modelistas, esta máquina es también bastante costosa pero podría implementarse en un laboratorio de modelado para la UAM, que también podría dar servicio externo, como sucede con otros centros de enseñanza nacionales y en el extranjero.

Sería rentable si México pasara a la etapa de diseño automotriz, que nuestro país empiece embrionariamente y no solo de ensamblador, como ya lo hace Brasil, India, Corea y China, que son también economías emergentes y grandes productores automotrices.



Fig. 6.5.5. Fresa tallando de espuma controlada por computadora en una escuela de diseño de Alemania (Extraído de catálogo de la empresa Kolb)



Fig. 6.5.6. Fresadora tallando arcilla para modelar carrocerías, controlada por computadora en una escuela de diseño de Alemania (Extraído de catálogo de la empresa Kolb)

Pero aun con los métodos usados por DINA se pueden obtener buenos resultados como lo muestra el VEC, realizado con ese procedimiento por modelistas también de Ciudad Sahagún, en los talleres de la UAM y con menores recursos (Fig. 6.5.7).



Fig. 6.5.7. Fotografías del Vehículo Eléctrico de Carga (VEC) de la UAM-A, terminado en 1999, donde se aprecian los acabados tipo automotriz tanto en el exterior con superficies tipo "A", -nótese la calidad de las superficies sin abolladuras o distorsiones-, como en el interior. Todo ello realizado en los talleres de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM-A, con procedimientos similares a los de DINA en el modelado de las piezas

También se debe hacer la aclaración que en el prototipo es donde se debe esmerar una empresa, porque este representa el potencial de la misma, un prototipo mal terminado no luce el diseño, es conocido en la industria que un mal diseño bien acabado luce mucho mejor que un buen diseño mal acabado. Ingeniería de DINA tiene la filosofía que el prototipo puede no salir bien en apariencia, donde hay que esmerarse es en la producción, lo que tampoco se hace en la empresa sacando unidades al mercado con precaria calidad, a nivel de apariencia un ojo experto puede detectar todas las fallas de acabado que también son de calidad, a nivel de cliente menos experimentado no expresara con detalle lo que le desagrada de un vehículo pero inconscientemente lo notara y esto hará menos competitivo el producto, por tanto esmerarse en los detalles no es una ocurrencia o una manía, es una necesidad de cara a la competencia que se enfrenta y a lo que el cliente está acostumbrado a ver, un prototipo precariamente acabado deja una mala impresión para los posibles clientes y usuarios y deja una mala carta de presentación sobre la empresa. El hacer las cosas bien no implica ni mayor costo ni tiempo, sólo el saberlo hacer y quererlo hacer, lo que sí es costoso es la afectación de imagen de la empresa y sus productos.

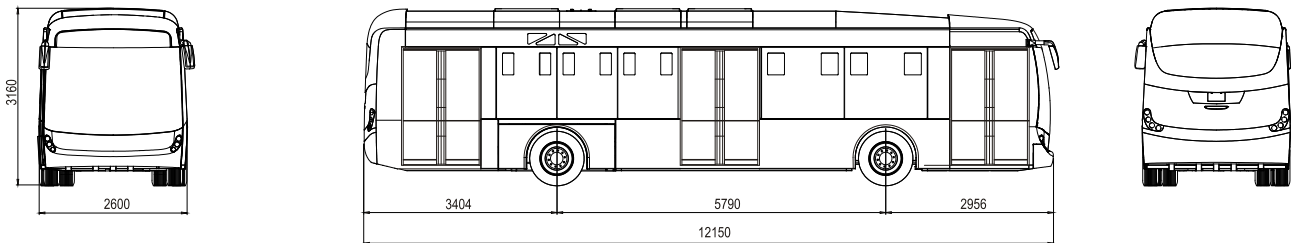


Fig. 6.5.8. Arriba fotos del prototipo de autobús híbrido; al centro foto del prototipo de trolebús, abajo diferentes vistas del trolebús frente y posterior



Fig. 6.5.9. Diferentes fotos del interior de los prototipos, arriba izquierda vista desde el frente a la parte posterior, arriba derecha foto tomada desde la parte posterior al frente con el grupo de desarrolladores, representantes de la empresa y evaluadores del CONACyT durante el recorrido de muestra. Abajo izq. Foto del centro al frente, abajo der. Foto del centro a la parte posterior nótese las denominadas "chimeneas" con asientos mancuerna integrados, en estas partes se alojan componentes eléctricos y sirve como ducto de ventilación del sistema.

Especificaciones Generales del Autobús Híbrido de Piso Bajo



Cotas mm.

Longitud	12.15 m.
Ancho	2.60 m.
Alto	3.16 m.
PV	11.8 Toneladas
PBV	18.8 Toneladas
Número de Asientos	30
Capacidad de Pasajeros	100
Altura suelo a piso en paradas	325 a 350 mm
3 puertas al mismo nivel	1.2 m de Ancho
Velocidad Max.	80 Km/h

Experiencias

Gestión de proyecto

Se entiende por gestión de proyecto a las actividades necesarias para organizar, proponer (vender), concretar, organizar y llevar a cabo un proyecto, asumiendo las responsabilidades sobre todo el proceso desde su concepción hasta su término. Para tal efecto las labores de gestión deben tener muy en cuenta la organización e integración de las tareas clave del proyecto:

- Detección de necesidades, problemas y oportunidades, de talentos, de desarrollos tecnológicos, de políticas y de negocio.
- Movilización y coordinación de recursos humanos y de infraestructura
- Programación, organización y coordinación de actividades
- Administración, control y fiscalización de recursos, de clientes y de procesos

Todas ellas necesarias para que se lleve a cabo el proyecto.

La gestión se ocupa de organizar talentos y administrar recursos, con el fin de culminar todo el trabajo requerido para desarrollar un proyecto y cumplir con el alcance, dentro de límites de tiempo, y costo definidos: tratando de minimizar el estrés y mejorar las relaciones interpersonales. Todo lo cual requiere liderar al grupo y coordinar continuamente las acciones necesarias.

Aspecto importante de la gestión es el realizar las negociaciones y vigilar que se cumplan los compromisos contraídos entre el grupo que desarrolla el proyecto y la empresa o ente social al que se le realiza, durante todo el desarrollo del proyecto.

La gestión de proyecto implica al inicio un costo en tiempo y recursos, que es crucial para emprender nuevos proyectos, en organizaciones privadas sale de los remanentes de otros proyectos o de préstamos. En la universidad el inicio de la gestión corre a cargo de los académicos -investigadores por su propio interés, la UAM actualmente no cuenta con una Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT), que podría ayudar a emprender nuevas investigaciones y proyectos y dar salida a sus investigaciones, dándoles una aplicación práctica, para lo cual las tareas de vinculación son de gran importancia.

La detección de necesidades, problemática y oportunidades por el Grupo de Desarrolladores de Vehículos Eléctricos de la UAM-Azcapotzalco (GDVEUAM) y la propuesta justificada del proyecto, fue presentada al inicio de esta tesis y esas actividades fueron el arranque de las labores de gestión.

En el inicio de las negociaciones para proponer proyectos de vehículos para la transportación urbana colectiva de pasajeros, se debieron tomar decisiones iniciales que determinaron varios acontecimientos. Uno de ellos fue el dar a conocer la potencialidades del Grupo de Desarrolladores de Vehículos Eléctricos de la UAM-A, en materia de desarrollo de vehículos de tracción eléctrica, esto mediante la estrategia de una presentación de un proyecto en etapa inicial que fue el Tracto Trolebús de Piso Bajo (TTB) en el mes de marzo de 2010 y dos, de presentaciones personales subsecuentes a empresas y gobiernos. De esta estrategia se desprendieron oportunidades de vinculación con empresas.

Las empresas con mayor interés en los proyectos fueron Bombardier y DINA Camiones, la primera interesada en el desarrollo de trolebuses y la segunda en un principio sin interés alguno en una vinculación con la UAM, sobre todo a nivel de su departamento de ingeniería o desarrollo de producto, pero que al lograr contacto con áreas estratégicas, Dina expresó su interés.

Para decidir con cuál empresa trabajar se tomaron en cuenta los criterios contenidos en siguiente tabla:

EMPRESAS	Intereses de la Empresa	Intereses de GDVEUAM Desarrollo de un proyecto integral con tecnología nacional que incluyera aportes multidisciplinarios de Diseño Industrial en Ingeniería Mecánica, de Estructuras y Eléctrica	Negocio para GDVEUAM	Interés Académico	Posibilidad de Crecimiento	Pros	Contras
Bombardier	Desarrollo de una plataforma de trolebús para montar su sistema de tracción eléctrica desarrollado en Europa (MITRAC) Lograr el aval de la UAM para su sistema de cara a la competencia, clientes y gobiernos	No acordes con todo el GDVEUAM	Si	Sólo para Diseño Industrial, Ingeniería Mecánica y de Estructuras	Limitado, con base en los intereses trasnacionales	Empresa multinacional con posibilidades de mejorar su oferta económica, mayor libertad de diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Empresa extranjera • Sistema fundamental no desarrollado en México • Aportes inferiores académicamente hablando • El alto costo de su sistema hacia poco competitivo el vehículo integrado
DINA	Desarrollo de un Autobús Híbrido	Acordes	Si	Total	Teóricamente sí, un proyecto de esta envergadura traería publicidad a la UAM y a GDVEUAM	<ul style="list-style-type: none"> • A todo el grupo le entusiasmaba la idea de hacer un desarrollo integral desde cero • Estar contribuyendo al desarrollo Nacional con una empresa del país 	<ul style="list-style-type: none"> • Se preveía un ambiente tenso y beligerante con ingeniería de DINA • Menores posibilidades de tener una remuneración adecuada por el proyecto

Debido al análisis anterior y a los criterios que expresan en el apartado "Universidad vs vinculación", se decidió en ese momento bajo esos "juicios" trabajar con DINA, para lo cual se negociaron los alcances del proyecto. Por parte de la no convencida ingeniería de DINA se propuso hacer una "MULA", que consistía en utilizar un autobús de la línea y convertirlo a eléctrico, por parte del GDVEUAM se propuso hacer un cuerpo de tipo autobús de piso bajo con tracción eléctrica por cada rueda posterior que además sirviera para el trolebús.

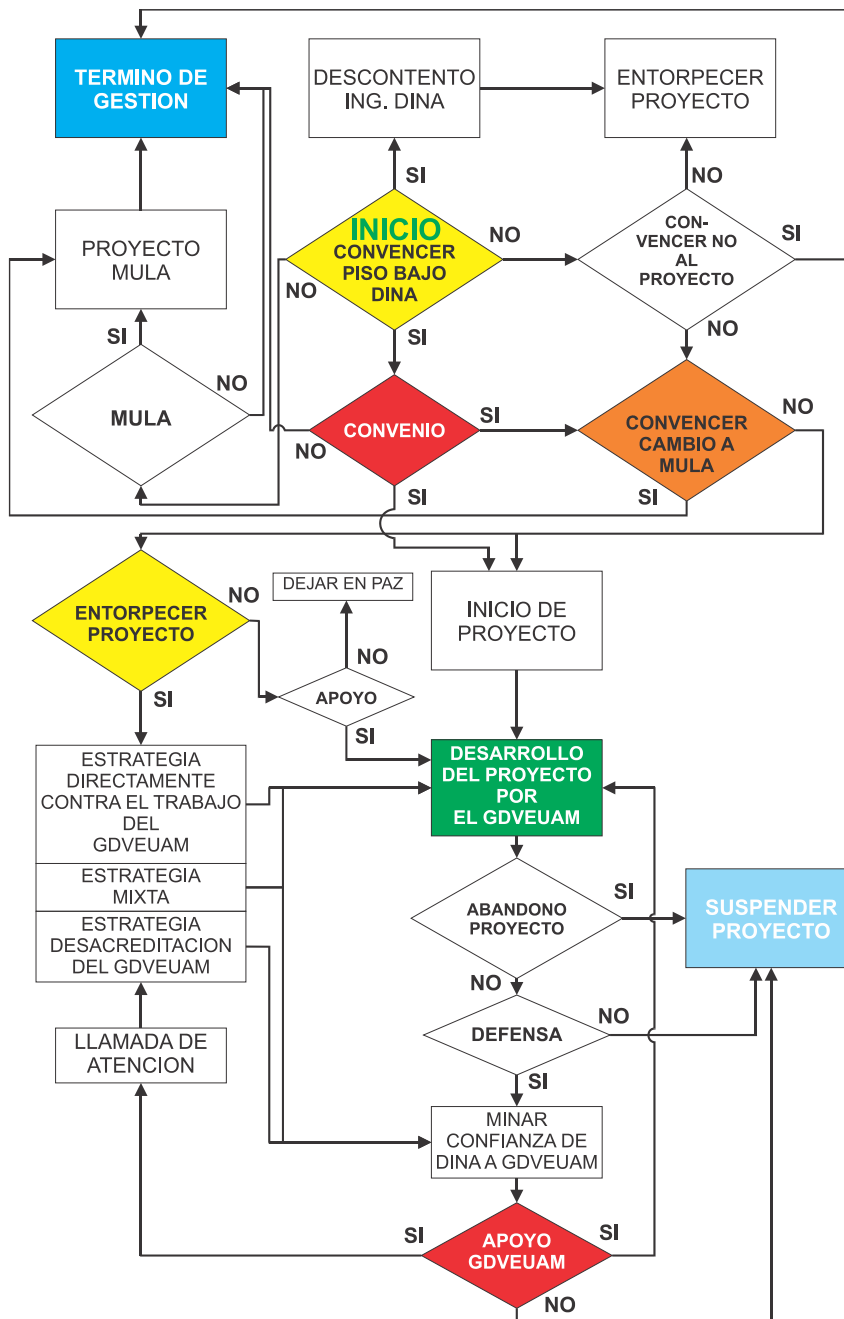
La decisión que se tomó fue con base nuevamente en la tabla anterior, sólo que en vez de empresa se sopesaron las propuestas de proyectos, como se indica en la tabla siguiente:

Proyectos	Intereses de la Empresa	Intereses de GDVEUAM	Negocio para GDVEUAM	Interés Académico	Posibilidad de Crecimiento	Pros	Contras
MULA	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un autobús híbrido • Interés de Ingeniería de DINA contar con un tren motriz eléctrico para sus autobuses 	No	Si	Mediano para Ingeniería eléctrica	Depende totalmente de la empresa	Sólo participación de Ingeniería eléctrica,	<ul style="list-style-type: none"> • El vehículo adaptado podría no funcionar adecuadamente para la aplicación, • No aportaría ninguna ventaja contra su competencia
PISO BAJO	Desarrollo de un Autobús Híbrido de piso bajo	Si	Si	Total	Si, de forma independiente a la empresa, se gana prestigio	<ul style="list-style-type: none"> • Participación multidisciplinaria • Desarrollo integral • Vehículo desarrollado ex profeso para la aplicación • Aprovechando todas las ventajas. • Proporciona una ventaja competitiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo ante el reto, máxime con un sector de la empresa en nuestra contra • Mucho trabajo paga baja

El costo bajo del proyecto se debió a que en el país los empresarios no corren riesgos y menos con su propio dinero, el proyecto debería ajustarse a los fondos de CONACyT, por otro lado el grupo recién integrado después de más de ocho años de inactividad, no tenía el prestigio necesario para exigir con credibilidad mayores recursos, por tanto la apuesta corría por nuestra parte, y siendo muy baja para estándares internacionales, no más de un 2% de un proyecto similar en un país desarrollado.

La decisión de hacer el desarrollo del cuerpo de tipo autobús de piso bajo con tracción eléctrica por cada rueda posterior, no fue del gusto de ingeniería de DINA dándose lo que se explica en el flujo grama de situaciones y decisiones:

¿Por qué se oponía Ingeniería de DINA Camiones al proyecto?, está dentro de las razones siguientes:



- Desconfianza de ésta frente al desarrollo de un proyecto de techo tecnológico, del cual desconocían los resultados y se desconfiaba de la capacidad del GDVEUAM

- Descontento por la asignación de recursos al proyecto sin que tuvieran participación económica

- Inseguridad y temor a verse exhibidos ante un proyecto de menor costo y mayores alcances que los que ellos habían realizado

- Quedar exhibidos por haber dicho a la presidencia que no se podía hacer el proyecto

- Territorialidad, basada en evitar que cualquiera se metiera en competencias que creían suyas, y más siendo desconocidos suyos y de la región de Sahagún, además de no poder ejercer tareas para las cuales no están capacitados pero disfrutaban haciéndolas como es el diseño.

- Desconfianza ante el proyecto, por haber surgido con gente y en otra área de la empresa, con la cual tenían pugna y competían por el reconocimiento de la presidencia

- Animadversión por el GDVEUAM, debida a factores de diferencias de enfoques, caracteres y personalidad

- Temor a dejar de ser la fuente más importante de asesoría técnica con la presidencia
- El proyecto los sacaba de su zona de comodidad imperante

Lo anterior describe la forma típica en la que piensan y actúan los empleados de cualquier nivel en la industria y más acusadamente en la industria nacional, estas aptitudes reactivas y hostiles son frenadas mediante un adecuado liderazgo de la dirección, siempre y cuando ésta no esté inmersa en esa misma dinámica como fue el caso, entonces la responsabilidad pasa a la presidencia. Lo anterior trae consigo una falta de visión dentro de la empresa y el desaprovechamiento de oportunidades, todas estas actitudes van en defensa de algunos empleados en su estatus quo, pero en detrimento de la empresa y su futuro.

Ingeniería de DINA implementó las siguientes estrategias:

- Contra del trabajo del GDVEUAM: Dilatar trámites de convenio y pagos, negar información, dar información incorrecta, no cooperar en tareas conjuntas sobre todo con proveedores, molestar en los trabajos en planta no siguiendo especificaciones o haciéndolo mal, usar personal enfocado en burlarse y agredir mediante dichos y actitudes (golpeadores psicológicos), como intermediarios para la organización del trabajo, etc.
- Mixta contra del GDVEUAM y creando desconfianza con la presidencia de DINA: Crear división interna en el GDVEUAM, que impidiese la continuación de los trabajos
- Desacreditación del GDVEUAM ante la presidencia de DINA: Explotar cualquier error del grupo GDVEUAM para ser expuesto ante la presidencia de DINA

La estrategia del GDVEUAM fue, -no quedaban muchas otras alternativas-, ante tales embates resistir en lo posible, ya que no se podía evitar de entrada, salvo cediendo a sus sugerencias de la "Mula" o una efectiva intervención de la presidencia (que en un inicio no tenía evidencias de entorpecimiento), en tal sentido se permitió que atacaran, cuando este ataque se salía de los límites que habíamos impuesto y ellos sólo se ponían en evidencia y dotaban de los elementos necesarios para denunciados a la presidencia de DINA, esta estrategia había tenido éxito porque resultaba de un actuar congruente y honesto del GDVEUAM, habiendo siempre no la queja si no la sugerencia y no dejando de aportar trabajo y resultados, pero esta estrategia era en extremo peligrosa no se podía estar usando constantemente, porque se incomodábamos a la presidencia de DINA y ponía bajo una vigilancia más estricta, cualquier error del grupo sería explotado al máximo por ingeniería, como así sucedería.

De esta experiencia se destacaron los siguientes errores y problemas:

- Tener dos representantes legales (solo debe haber uno)
- No establecer un periodo de prueba para probar la competencia de los integrantes.
- Carecer de un cuerpo de cláusulas legales dentro de las cartas compromiso y contratos a los que se ajusten los integrantes de un grupo de trabajo, que impidan un mal actuar de algún miembro del equipo, sin el consenso de la mayoría y que este actúe sin sometimiento a los intereses del grupo y de la institución, pudiendo ser expulsado y en su caso sancionado ante el incumplimiento de éstas.
- Presentar y dejar a miembros del grupo como responsables ante la dirección de la contraparte, sobre todo si esta es beligerante con el proyecto, dejando la responsabilidad solo a un único representante técnico designado.
- No establecer claramente en los convenios el tipo, costo y plazo de cooperación de las partes en las etapas del proyecto y mecanismos para dirimir diferencias y acordar cambios.
- No establecer plazos para registrar la propiedad intelectual del proyecto.
- No establecer el uso conjunto de prototipos.

Equipo de Trabajo Interdisciplinario

El Diseño como disciplina independiente en la creación de productos y servicios está limitada por su propio quehacer y conocimientos específicos en la materia, es por eso que en el desarrollo de productos y servicios se requieren de otras disciplinas para poderlo hacer tangible y llevarlo a la realidad, el diseño se aboca en los conceptos e ideas. La concreción de los conceptos e ideas requiere de la interacción y aporte de otras disciplinas.

El proceso que se sigue en el desarrollo de productos y servicios puede venir del diseño o de otras disciplinas, la forma de amalgamar ideas y conceptos en un planteamiento real representa un reto en el que las interacciones entre el diseño y otras disciplinas le dan forma final y permiten aprovechar todo el potencial de las ideas y conceptos.

Cuando existe poco conocimiento sobre el papel de otras disciplinas en el desarrollo de productos y servicios y, se pretende contribuir en materia de diseño desde un enfoque en el que el aporte de otras disciplinas se perciben como volúmenes y conceptos dados (caja negra en la que se desconoce su contenido y no importa), sin intentar comprender en lo más mínimo su funcionamiento y lo que implica en cuanto a conocimiento y tecnología, el diseño queda limitado meramente en ser decorador y embellecedor del trabajo desarrollado por otras disciplinas, confinando los aportes a la mera ornamentación, que de hecho en la mayoría de las intervenciones de este tipo son limitadas. Dada esta forma de pensar se genera una percepción negativa hacia el diseño desde otras disciplinas en donde en Países en vías de desarrollo como México el diseño es lo último a tomar en cuenta y muy a menudo prescindible o sustituido por alguien sin conocimiento de diseño de otra disciplina, pero considerado con buen gusto y habilidad para dibujar.

La necesidad de sacar del aislamiento al profesional del diseño es una cuestión básica para el desarrollo nacional y cobra mayor importancia en sociedades “protoindustrializadas” como las de los países en vías de desarrollo, en donde la división del trabajo profesional es pobre e incipiente y debido a la inadecuada preparación del profesional del diseño y, el desconocimiento de esta por otras disciplinas, la relega y se percibe como no básica, aspecto que empobrece la oferta interna y externa de productos y servicios, limitando la actividad empresarial a la reingeniería, la maquila y en el mejor de los casos a la mala copia o la producción bajo licencia.

Esto se debe en parte a la formación de los profesionales, que de origen buscan una profesión donde el conocimiento del equipo de trabajo sea afín al propio, y el concepto interdisciplinario está ausente, por ende desconoce sobre que le pueden aportar otras disciplinas y como complementar los conocimientos propios con los de otros.

La incapacidad en muchos profesionales y docentes de entender lo básico de las áreas complementarias implica que se generen actitudes hacia las otras profesiones de los siguientes tipos:

- Dependencia total sobre los criterios de éstos para el planteamiento y realización de productos y servicios
- Antagonismo paralizante que conlleva a la ruptura y la falta de compromiso en proyectos
- Intentar solucionar integralmente los productos y servicios sin el apoyo mutuo.

Todo con muy pobres resultados.



Fig. 8. Esquema de Interdisciplina e interacción disciplinar, para la interpretación de la realidad y el desarrollo de proyectos

El generar un acercamiento que constituya una cooperación armoniosa, donde cada disciplina aporte sus conocimientos y se complementen para lograr un fin, requiere de un cambio de actitud, que debe pasar necesariamente por el conocimiento propio en por lo menos lo básico del área del otro, para después interactuar con disciplinas de esta área, esto no es por ejemplo saber lo mismo que el ingeniero o el diseñador pero si comprender los principios básicos en el que se sustentan sus conocimientos (cultura y conocimientos básicos) además de tener bien cimentados los propios, de esa manera se puede interactuar armónicamente y argumentar de manera propositiva en el curso del proceso de desarrollo de un proyecto.

Aunque básico lo anterior requiere el ir generando una experiencia práctica en específico entre los ingenieros y los diseñadores, en general durante su instrucción cada uno va formándose prejuicios sobre el otro y pocas veces se acepta la interdependencia para lograr la realización exitosa de productos y servicios, esto es debido a la poca interacción entre ambos durante su formación. En el momento de ejercer profesionalmente e interactuar se produce un choque formativo que pocas veces se resuelve satisfactoriamente si no es mediante el ejercicio de jerarquías, lo cual anula total o parcialmente las aportaciones de una u otra disciplina.

Es por ello, que el “apartheid” académico que se da en la universidad al segregar disciplinas como una forma de simplificar su enseñanza no contribuye a generar una cultura de desarrollo integral para el emprendimiento, crecimiento y desarrollo nacional, siendo recomendable el desarrollar cursos donde se pueden desarrollar trabajos con participación interdisciplinaria para enriquecer el intercambio y conocimiento de múltiples disciplinas.

Los profesionistas nacionales ajenos a dinámicas de trabajo en desarrollos interdisciplinarios, perciben el desarrollar productos de una manera sumamente compleja e inalcanzable, sobre todo en lo individual pero también en lo grupal por que se enfocan en los conocimientos de su disciplina y en los escasos y

prejuiciados que tienen sobre otras, lo que conlleva al inmovilismo y a tener un enfoque negativo que se manifiesta en una actitud reactiva siempre buscando el emitir opiniones y realizar acciones que inhiban cualquier iniciativa de desarrollo nacional endógeno. Esto es grave en el momento histórico actual y por venir en el que la revolución científico tecnológica implica necesariamente la división del trabajo profesional cada vez más especializado pero más interrelacionado con otros profesionales de distintas disciplinas.

Por otro lado las personas que pretenden ser “proactivas” y carecen de la adecuada capacidad profesional y experiencia en la integración en grupos interdisciplinarios, generan proyectos y desarrollos que no se pueden realizar o fracasan rotundamente, con lo que las personas reactivas aseguran que el estado de cosas siga igual.

Parte de la actual paralización del emprendedurismo de los egresados radica en la percepción equivocada, que desde su punto de vista se da, en el sentido de enfrentar problemas complejos desde su particular disciplina y no desde un contexto de grupos de trabajo interdisciplinarios para los cuales cada tarea según sus conocimientos es fácilmente abordable y solucionable.

La formación de profesionales proyectistas requiere de la interacción con otras disciplinas pero la forma y el cómo debe darse es mediante el natural método de realización de proyectos conjuntos en el que si bien debe existir un liderazgo, éste no se debe imponerse por razones de índole jerárquico como puede suceder en la empresa o el gobierno.

Caso del Proyecto de Autobús Híbrido y Trolebús de Piso Bajo

En este proyecto para su realización intervinieron de manera importante:

- Diseñadores Industriales
- Ingenieros Mecánicos
- Ingenieros Eléctricos

La coordinación se dio con un Diseñador Industrial quien redondeó el concepto y los requerimientos básicos para realizar el proyecto y al cual se le sumaron de manera entusiasta los demás.

El proyecto del autobús es un ejemplo claro de cómo es necesaria la intervención interdisciplinaria, la forma de interactuar sólo puede ser útil si la participación de las personas expertas interactúa en forma de discusión abierta y de diálogo, aceptando cada perspectiva como de igual importancia hasta que se determine lo contrario y relacionando las diferentes perspectivas entre ellas.

En este caso el concepto inicial debería partir de las necesidades humanas para transportarse con determinadas características de servicio, operación, seguridad y comodidad, además que el factor humano debía ser el eje, ya que este al interactuar con el objeto permitiría cumplir con las especificaciones de operación y servicio que establecían la eficiencia del sistema de transportación, por ello se requería un vehículo de piso bajo. A esto se sumaba la necesidad de circular en las vialidades existentes adecuadas al uso del servicio, que se había detectado ineficiente con los actuales modos de transporte de anden elevado, por los problemas que producía la infraestructura que básicamente se resumían en costo, reducción de capacidad vial de la avenida donde opera, mayor área para la estación y en ocasiones la deficiente capacidad de transportar a personas con movilidad restringida.

Por tanto las solicitudes de diseño eran no convencionales para todos los involucrados. Se generaban conflictos técnicos de ingeniería y diseño constantemente a resolver en equipo utilizando criterios de funcionalidad, de habitabilidad, de apariencia y de operación.

En esos conflictos técnicos la funcionalidad implicaba que el sistema de tracción debería cumplir requisitos de potencia, autonomía, dimensiones y pesos que se contraponían con la habitabilidad y operación del sistema tanto en la transportación como en el entorno donde debía circular.

Llegar a consensos implicó muchas veces llevar al límite tecnológico los enfoques de diseño e ingeniería, pero había una comprensión de que los requerimientos se debían cumplir, porque de no ser así el proyecto carecería del valor suficiente que implicaba el esfuerzo realizado.

El entusiasmo del grupo que realmente trabajó en el desarrollo fue fundamental, pero más pesó el respeto y la confianza que se tenían mutuamente los integrantes del grupo de trabajo, a lo que contribuyó el adecuado liderazgo que propició dirección y armonía. Aquellos que no trabajaron o no entendían esta forma de trabajo sólo provocaron problemas, es por ello que este proyecto representó un ejemplo palpable de todo lo que se ha comentado, de ahí la necesidad, si se quiere lograr un mayor desarrollo tecnológico y humano en el país, y la importancia del conocimiento e interacción práctica de las distintas disciplinas involucradas en la resolución de problemas.

Universidad vs vinculación

Incorporar, en los servicios y productos, capital intelectual y no solamente ser operadores y ensambladores es parte de una forma de incrementar el crecimiento económico a niveles que permitan generar riqueza y movilidad social creando un adecuado desarrollo como País.

Lo anterior no puede darse con facilidad directamente en las filiales de las multinacionales en nuestro País por ser otras sus estrategias por el momento otras y las empresas nacionales establecidas carecen de recursos para hacerlo y no tienen la cultura de ver la conveniencia de implementar tecnología local. Las empresas en proceso de incubación tienen múltiples necesidades que evitan un adecuado desarrollo de proyectos y tecnología. En la mayoría de los casos se carece de equipos multidisciplinarios de profesionales que puedan, de manera eficiente, transmitir conocimiento e implementar con ellos productos y/o servicios competitivos a nivel global.

Una de las formas posibles para realizar un adecuado uso, generación y utilización de conocimiento científico, técnico y de diseño en las empresas es a través de las universidades. Estas cuentan con el capital humano susceptible de hacer aportes y generar equipos multidisciplinarios que den una respuesta integral a las necesidades, sin embargo lamentablemente, las Instituciones de Enseñanza Superior sobre todo públicas enfrentan una serie de obstáculos de carácter institucional que muchas veces impiden la adecuada utilización de sus recursos sobre todo humanos en la transferencia de conocimiento y habilidades proyectuales.

Como parte del quehacer de una universidad se encuentra las tareas de difusión, generación y preservación de la cultura y el conocimiento, por tanto las tareas de vinculación representan un adecuado medio para ejercerlas, sin embargo la vinculación no está bien vista por todos sectores académicos que la integran, para algunos la vinculación, sobre todo con sectores productivos representa una actividad que traiciona los altos preceptos de autonomía en lo referente a la investigación y cátedra, estos puristas comparan la vinculación con la prostitución institucional. Otro sector critica que se utilice a la universidad y su prestigio para hacer negocio por algún sector de ésta o a título personal. Estos enfoques tienen sentido siempre y cuando la visión real del mundo fuera en blanco y negro.

Que la institución se vincule no afecta la incidencia con la que se hace investigación básica que no tiene objetivos directamente productivos, - sólo se daría si la institución lleva al extremo el esquema investigación aplicada con fines de atención a las necesidades empresariales y que se amolden a esos objetivos -, lo cual para hacer ciencia sería inaceptable para cualquier universidad, dada la necesidad de investigar con el solo objetivo de la curiosidad y el conocimiento per se, -que a la larga lleva a grandes descubrimientos que en el largo plazo tiene aplicaciones útiles-. Pero que por otro lado el solo pretender hacer investigación básica sin vinculación, fomenta el ocultar a pseudoinvestigadores, que no hacen investigación y viven de artículos sin trascendencia gracias a los vericuetos burocrático académicos creados.

Como todo para poder ser realmente útil la investigación básica y la investigación aplicada vinculada, se requiere crear esquemas objetivos y aplicables que eviten abusos de académicos-investigadores.

En ese sentido la vinculación que debe darse en la universidad debe cumplir los siguientes criterios:

- Atacar problemas complejos y tender a romper paradigmas
- Desarrollar proyectos tendientes a generar conceptos, ser integrales y mejorar prácticas sociales
- Los proyectos deben ser multidisciplinarios
- Su realización debe estar dentro del mediano y largo plazo
- El resultado de los proyectos, además debe necesariamente desarrollar y documentar conocimiento, e innovar y/o generar modelos teóricos

En contra partida no deben:

- Resolver necesidades inmediatas, con soluciones sin adecuada reflexión y estudio
- Hacer trabajos de buffet o despacho
- Realizar proyectos a corto plazo
- Sólo realizar el proyecto

Es con la vinculación como la UAM puede y da salida a sus investigaciones en aplicaciones prácticas y la sociedad aprovecha su potencial incorporándolas en productos, servicios, normas y prácticas sociales, que en conjunto son de utilidad para el país, generando de esta manera una espiral virtuosa en la que la vinculación academia-sociedad genera conocimiento, lo aplica, beneficia a la sociedad y es retroalimentada, generándose con ello desarrollo.

La UAM se encuentra entre las instituciones menos vinculadas del país, como lo muestra la gráfica de CONACyT de 2008 (Fig. 8) y de 2010 (Fig. 9) siguientes:



Fig. 9. Gráfica de estadísticas del CONACyT de 2008 sobre instituciones académicas y/o de investigación vs proyectos realizados

Instituciones más vinculadas, 2010

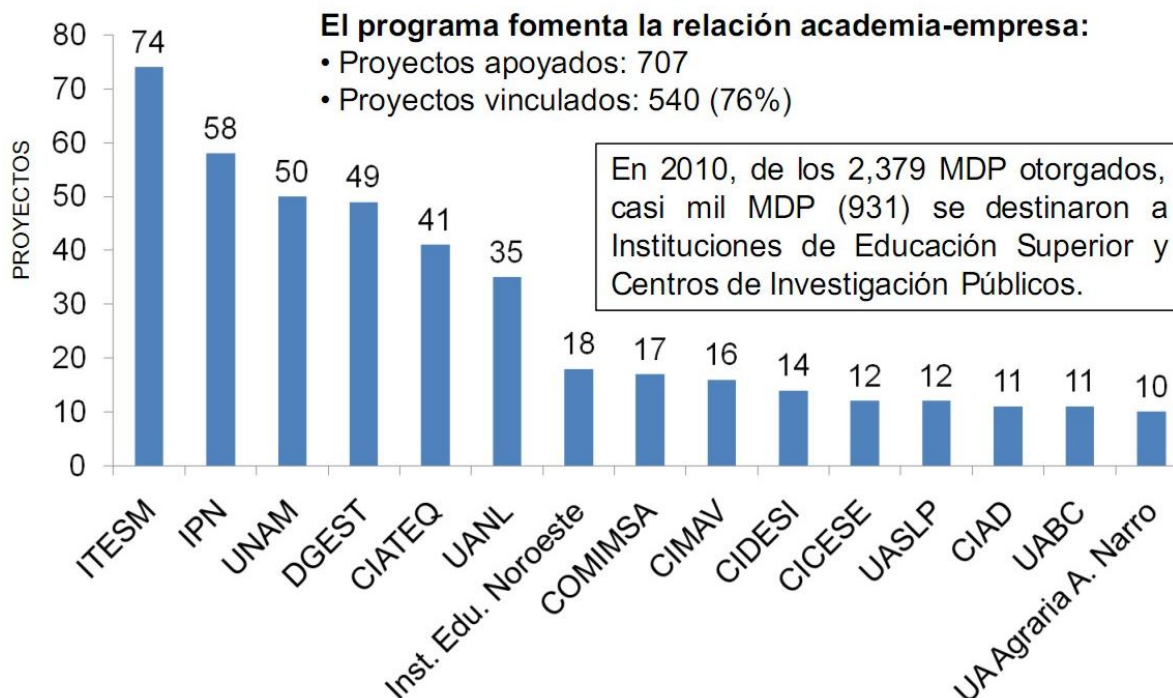


Fig. 10. Gráfica de estadísticas del CONACyT de 2010 sobre instituciones académicas y/o de investigación vs proyectos realizados

En las anteriores gráficas como se aprecia la UAM se encuentra en último lugar de 22 en 2008 y para 2010 ya no aparece entre las instituciones y centros de enseñanza e investigación, esto se explica en parte por lo que se describen los autores en los apartado de “Nivel académico y desarrollo tecnológico”, que relatan parte de lo percibido en cuanto capacidad intelectual institucional, además por su estructura burocrática, la institución provoca que un convenio tarde en concretarse legalmente entre 5 a 12 meses, en parte por ineficiencias del área jurídica y en parte por la pasividad y desinterés de algunos funcionarios. Por otro lado esta información del CONACyT no toma en cuenta la vinculación directa entre la UAM y la sociedad, en donde no intervienen programas patrocinados por esta institución, muchos de los cuales son a través de convenios por servicios prestados, en los que han destacados convenios con PEMEX, Gobierno del Distrito Federal y otras empresas privadas sobre todo en el área ambiental.

Todo lo anterior contribuye a establecer el nivel que ocupa la institución en cuanto a vinculación y seguramente también afecta otros índices de la institución.

Las tareas de vinculación deben ser apoyadas por las autoridades, estar consciente que en éstas cualquier problema puede ser catastrófico, no se pueden evitar los incidentes pero se puede impedir que se conviertan en problemas, para ello se requiere la intervención consiente y juiciosa de las autoridades y el crear reglas que permitan su actuar. Cada proyecto tiene retos, involucra muchos actores y siempre surgirán eventualidades, la gravedad de estas depende del manejo que se les dé, el único problema irresoluble en un grupo de trabajo vinculado es la falta de capacidad para enfrentar las tareas comprometidas.

Industria vs Vinculación

Para poder hablar de industria es necesario identificar actores que hacen posible la actividad económica en un país, simplificando, los productores que son aquellos que realizan la producción primaria de materias primas y alimentos. El empresario, como su nombre lo indica emprende, pero esto podría definir un sinnúmero de individuos con infinitud de actividades, en realidad lo que define a alguien como empresario es su capacidad para generar, motivar y aprovechar la capacidad creadora y/o innovadora generando industrias, en contraposición con el comerciante que tiene una capacidad para aprovechar lo creado para sacar provecho con su intercambio generando comercio y el financiero que administra y pretende maximizar las actividades anteriores generando empréstitos en el que el intercambio de valores es más importante que las actividades mismas y desde luego los trabajadores que aporta su trabajo para que todo lo demás se lleve a cabo y son los principales consumidores.

En México existen en realidad pocos empresarios propiamente dichos, esta capacidad no se formó históricamente debido a nuestra sui generis formación nacional, en el que las prácticas importantes de hacer negocios exitosos fueron en su mayoría debidas al comercio y a las actividades de producción agropecuaria y explotación de recursos naturales y no a la industria que se define como el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados o semielaborados.

En México la formación de industria no se vio como una necesidad por las clases que podrían generarla (burguesía), siempre fue más sencillo y menos arriesgado por ejemplo intercambiar bienes, especular con terrenos y vivir de las rentas, no se aspiraba más. Aún sigue prevaleciendo esta actitud, por otro lado las manufacturas siempre provinieron ya sea de la metrópoli cuando se era colonia y de los países con más desarrollo como Gran Bretaña y Estados Unidos en la etapa a cambio neocolonial (independiente), por lo que se desarrolló una cultura de la dependencia que prevalece hasta nuestros días²⁷.

Por tanto, en el país los empresarios, son más bien una especie de comerciantes con actividad maquiladora en el mejor de los casos y de financieros, por lo que se pasó de actividades primarias a terciarias sin la base industrial, no se consolidó ésta y en la actualidad se producen muy pocos productos con tecnología nacional.²⁸

La empresa originalmente Diésel Nacional (DINA), la formó el estado con una participación minoritaria de la iniciativa privada, en 1951, como un esfuerzo por lograr la independencia industrial de automotores de carga y pasaje, que hasta ese entonces eran importados en su mayoría, desde sus inicios la empresa no aspiró a más que producir vehículos bajo licencia, adecuándolos a las necesidades productivas de la empresa y de consumo nacionales, primero con FIAT de 1951 a 1960, después produjo motores Cummins NT y NH bajo licencia y luego con International (ahora Navistar) para producir camiones y tractocamiones desde mediados de los sesenta hasta la década de los noventa, así como la producción de un autobús de la empresa The Flxible Corporation 1968 a 1992, en 1989 es vendida por el estado y adquirida por el Consorcio Grupo G, S. A. de C. V., etapa en la cual se asocia con Marcopolo de Brasil para producir autobuses bajo licencia, tecnología que después fueron asimilando para producir variantes e incorporar tecnología de la empresa Motor Coach Industries International que adquirieron.

Durante la etapa de paraestatal la empresa casi no desarrolló tecnología propia, pudiéndolo hacerlo por su participación en el mercado y no tener problemas económicos, pero en vez de eso se optó por depender de la tecnología del exterior, se desarrolló poco Diseño e Ingeniería propia, sólo se hicieron adecuaciones de bajo impacto tecnológico, durante la etapa como empresa privada la situación no cambió mucho.

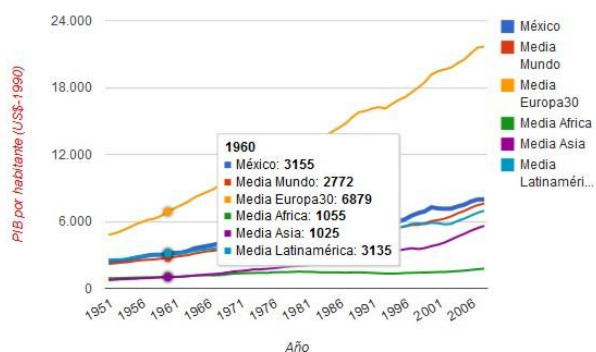
²⁷ Semo, Enrique. Historia del capitalismo en México. México: Ediciones Era, 1973

²⁸ Bulmer -Thomas, Víctor. La Historia Económica de América Latina desde la Independencia. México: Fondo de Cultura Económica, 1998

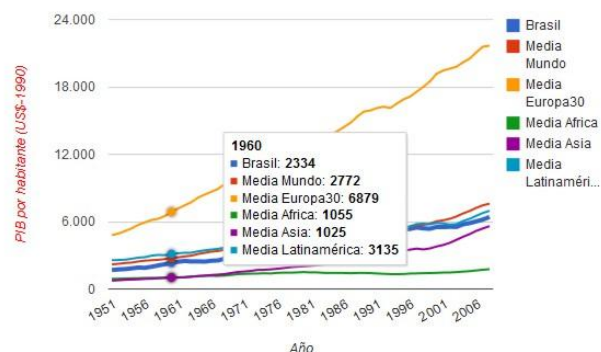
La falta de desarrollo tecnológico y su dependencia del exterior ha puesto a DINA siempre en desventaja con respecto a su competencia, la cual ha aprovechado en ocasiones a la empresa como trampolín para introducirse en el mercado nacional y después abandonarla. La mentalidad imperante en los ingenieros que se han mantenido desde su creación y su pupilos, tiene una lógica en la que es mejor adquirir la tecnología del exterior que desarrollar la propia, siempre argumentando lo difícil que es y lo costoso, con miras a ser proveídos de kits tecnológicos del exterior para armar sus unidades. Sus argumentos siempre han sido los mismos: "... el mercado no da para inversiones para desarrollar nuestro propio tren motriz" y "... el diseño no es importante cualquiera puede hacerlo". Esta mentalidad que no puede más que calificarse de "provinciana" en la mala acepción de la palabra que define a una persona que no puede ver más allá de lo que conoce, ha moldeado las decisiones de la empresa, evitando su adecuado desarrollo.

Baste decir en comparación con lo que argumentan, que en los países y empresas que han apostado por el desarrollo, el mercado en sus inicios de operación e implementación de tecnología ha sido en la mayoría de los casos igual o más pobre que el mexicano, como lo denota el PIB histórico, empresas en sus inicios como TATA (India), IKARUS (Hungria), IVECO (Italia), Hyundai (Corea del Sur), Marcopolo (Brasil), IRIZAR (España), ENASA PEGASO (España, absorbida por IVECO) entre muchas otras, que han tenido una visión más amplia y acertada sobre su futuro y que han asumido los riesgos del desarrollo en contra de la dependencia.

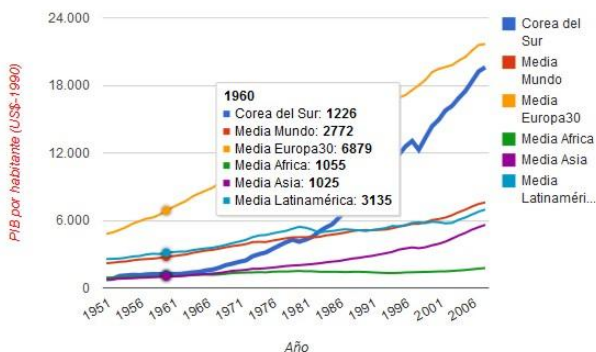
PIB de México por año



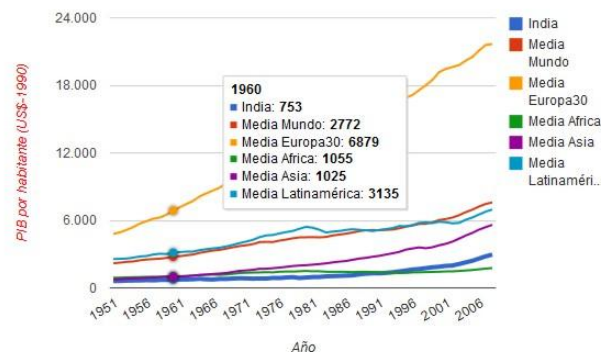
PIB de Brasil por año



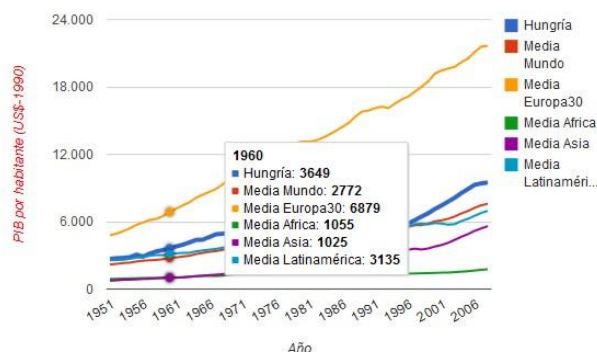
PIB de Corea del Sur por año



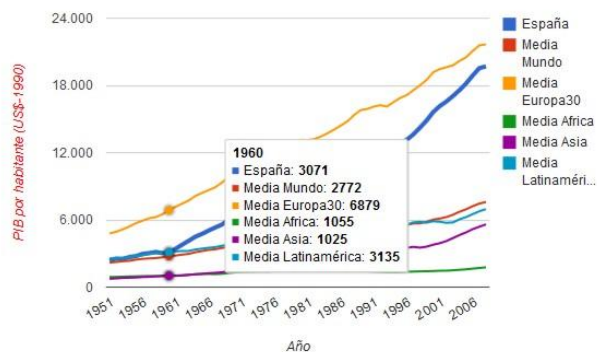
PIB de India por año



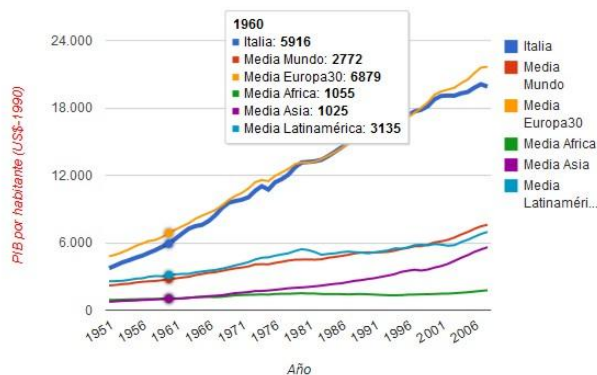
PIB de Hungría por año



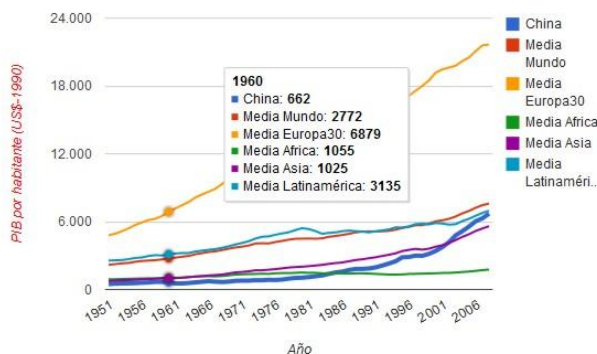
PIB de España por año



PIB de Italia por año



PIB de China por año



Graficas de PIB histórico por países, producidas con los datos computados por el Dr. Angus Maddison, y otros investigadores colaboradores de la página GERMES²⁹. Los importes están presentados en moneda constante, el dólar americano de 1990, La grafica de China para fines comparativos como país que ha apostado por el desarrollo nacional endógeno y con codependencia en todas las ramas industriales.

El verdadero desarrollo tecnológico implica riesgos, expresados en inversiones, no asumir los riesgos implica no desarrollarse y ser menos competitivos, DINA por ejemplo, enfrenta una competencia globalizada, su oferta de vehículos la tiene toda ella sus competidores, estos cuentan con recursos, calidad, tecnología y financiamiento para la comercialización de sus unidades, ¿cuál es la ventaja de los productos de DINA?

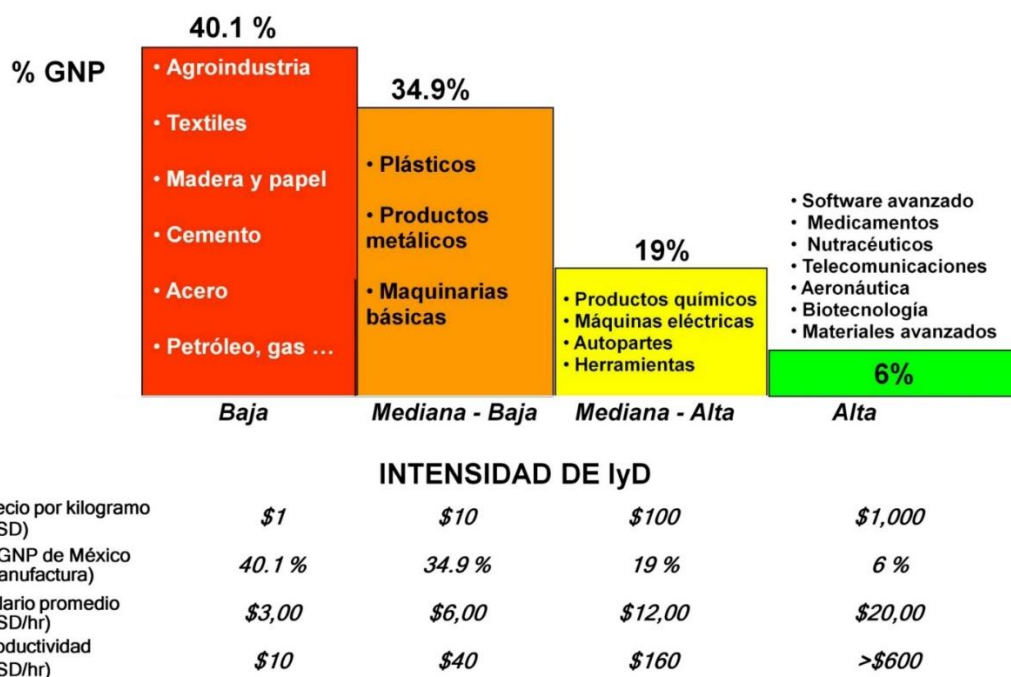
La vinculación bajo esta mentalidad no genera adecuadamente los dividendos esperados, carece de capacidad para aprovechar los escasos recursos proveídos por el estado y pretende convertirlos en una forma de financiar actividades inherentes a la propia industria de bajo valor tecnológico y no contribuye al desarrollo tecnológico que permita independencia y desarrollo.

La problemática que enfrenta nuestro país en un entorno globalizado lo sitúa lamentablemente en el ámbito de país dependiente de las empresas multinacionales, sobre todo en los sectores “desarrollados” de la nación. A lo largo de las últimas cuatro décadas, se ha pasado de un País con una meta de autosuficiencia y codependencia a uno de dependencia; se dejó de hacer en la mayoría de los casos labores de

²⁹ www.germes.com

proyección para dedicarse a las de supervisión y adecuación técnica, siguiendo las directrices de empresas multinacionales cuyas tareas de proyección y establecimiento de estándares se hacen en sus países matrices.

La mayor parte de la producción industrial de México es de mercancías (commodities) de bajo valor (gráfica 1)



Gráfica 1. Aportación de commodities según valor. Fuente ICyTDF

El desarrollo tecnológico del país se expresa en las solicitudes de patente y patentes otorgadas (1999-2005) (tabla 2).

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Solicitudes	3,503	3,399	2,974	2,663	2,431	2,542	1,298
Mexicanos	455	431	534	526	468	565	263
Solicitudes PCT*	8,607	9,662	10,592	10,399	9,776	10,652	5,968
Total solicitudes	12,110	13,061	13,566	13,062	12,207	13,194	7,266
Otorgadas	3,899	5,519	5,479	6,611	6,008	6,838	3,611
	120	118	118	139	121	1,962	55

*Patentes mundiales

Tabla 1. Patentes otorgadas, fuente ICyTDF

Normatividad vs Productores

A mediados de la década de los noventa del siglo pasado se dio un boom de demanda y de productores de vehículos de transporte urbano colectivo, sobre todo a través de unidades tipo minibús, pero también a finales de ésta de autobuses, del censo de CANACINTRA³⁰ y ANPACT³¹ de 1995, existían más de 30 industrias entre carroceras, fabricantes de autobuses completos y chasis, para 2007 estos se había reducido a menos de una tercera parte, no sólo la industria se vio afectada por los problemas económicos de todos conocidos (error de diciembre de 1994), sino por su falta de visión empresarial, reflejada en sus prácticas de negocio sobre todo en la falta de calidad y competitividad de sus productos. El hueco fue ocupado por empresas en su mayoría de procedencia brasileña y española que aprovecharon el mercado de autobuses foráneos y urbanos. Las empresas sobrevivientes se dieron a la tarea de producir y comercializar sobre todo autobuses ligeros de control semidelantero de costo y calidad baja, montados sobre chasis de camiones de carga, cuya tecnología básica no ha cambiado desde los años treinta del siglo pasado.

La normatividad realizada durante los noventa por el Departamento después Gobierno del Distrito Federal como ya se dijo, trató de mejorar el estándar del transporte en la Ciudad, en el caso de los minibuses llegó tarde y con un fenómeno en plena expansión y en muchos casos en anarquía, para autobuses todo parecía que serían cumplidos los lineamientos (normatividad), pero el cambio de gobierno y la decisión de que un centro de investigación del IPN hiciera las evaluaciones de los vehículos contribuyó a que las empresas propusieran relajar los lineamientos, siendo aceptado por las nuevas autoridades por desconocimiento, lo que generó lamentablemente un retroceso en el proceso de mejora continua del transporte, al plegarse a los intereses de fabricantes y transportistas que la hicieron más laxa, en detrimento de los usuarios, es por ello que para la realización del proyecto se tomó en cuenta la normatividad anterior y no la nueva.

La normatividad anterior era perfectible, requería adecuaciones para corregir errores y adaptarse a lo nuevo en tecnología, en servicios y condiciones comerciales, culturales y sociales, pero el sentido debería haber sido hacia la mejora y no a la adaptación de las necesidades de productores y transportistas basadas en criterios de rentabilidad para ellos en perjuicio del público usuario como ha sucedido.

En la normatividad actual no ha existido un trabajo multidisciplinario, se han tomado criterios en su mayoría ingenieriles y sobre todo de lo que se puede llamar la vieja guardia (gente que ha estado en la industria desde los años setentas a ochentas y a personal entrenado con ellos, que trabajaban en las empresas paraestatales) que fueron los responsables de los productos poco competitivos, con una visión muy limitada en cuanto a la necesidad de mejores productos con integración de trabajo interdisciplinario, basados en un esquema de adopción de tecnología exterior sobre todo norteamericana y brasileña bajo licencia, y acostumbrados a realizar los mismos productos bajo el argumento que están probados, siendo resistentes a la novedad y a todo encenrándole lo negativo, en pocas palabras son lo que actualmente se le conoce como personas reactivas. Estos personajes resultan ser en algunos casos cabeza de empresa y otros son el cuerpo técnico consultivo para la toma de decisiones de los directivos de estas empresas, de esta manera junto con la ignorancia gubernamental en algunos casos y otros su falta de determinación para realizar cambios significativos, cierran el círculo que impide mejoras en los vehículos de transporte colectivo y con esto mejorar el servicio.

Los argumentos que apoyan la resistencia al cambio son sobre todo económicos, se esgrime que el costo de unidades no puede ser pagado por los transportistas y que sus productos se han adaptado al mercado. Por otro lado las autoridades hacen lo posible por quitar subsidios al transporte urbano y dejar todo a la

³⁰ Cámara Nacional de la Industria de la Transformación. *Censos Sección 59, 1993, 2000 y 2007*. México: Sección 59, 1993, 2000 y 2007 (en esta se agrupa la industria carroceras)

³¹ Asociación Nacional de Productores de Autobuses Camiones y Tracto camiones. *Boletines Estadísticos 1994, 2005, 2007*. México: ANPACT, 1994, 2005, 2007 (que representa a la industria terminal tanto nacional como multinacional que opera en México)

libre oferta y demanda. Además como se arguye que las tarifas no pueden ser altas debido al ingreso de los usuarios esto imposibilita mejorar el servicio.

Esta visión miope no contribuye a una mejora del transporte colectivo y con ello de las condiciones de vida de sus habitantes, la realidad es que el servicio de transportación urbana es un elemento fundamental de la competitividad de las ciudades, de esto depende el arraigo de actividades productivas (servicio e industria), el que se mejore la inversión en la ciudad y que éste contribuya en mayor medida en la generación de riqueza, el mantener el estado actual de cosas es económicamente equivocado y políticamente incorrecto, contribuye a la pauperización de los negocios y de la población y su descontento.

Con tanto años en el sector transporte en diferentes ámbitos del mismo a lo largo de toda la actividad realizada, en operación, elaboración de políticas, estudios, normatividad y desarrollo de vehículos, se ha detectado que es posible el mejoramiento del servicio de una manera sustentable, pero el principal obstáculo es la mentalidad prevaleciente que mantiene su inercia.

En otros países la normatividad va de la mano con los productores para mejorar los productos, en la mayoría de los casos de los países más competitivos a nivel mundial la industria tiene mejores estándares en sus productos que la norma establecida, la normatividad tiene un carácter de mejorar los productos y, en esto contribuyen con centros y laboratorios que tienen un carácter de fomento tecnológico y no punitivo, no se piensa en cumplir con la norma sino en mejorar continuamente los estándares.

Los encargados de normas en los países desarrollados utilizan estas, no sólo para proteger su mercado y su población sino también en gran medida para la mejora continua de sus productos, para ello cuentan con una adecuada infraestructura de laboratorios que sirven para pruebas de los productos, no para el proceso de pasa o no pasa, sino para comprobar mejoras aplicables a la norma y ayudar a sus productores.

Para producir o normar es necesario que los encargados tecnológicos y administrativos tengan una visión global de la actividad y muy claro que su misión es ofrecer un mejor producto a la población, que es en última cuenta su principal cliente. Las normas tienen también la función de establecer las condiciones iguales para todos los fabricantes y con ello mantener la equidad necesaria para que cualquier industria prospere, las reglas claras y aplicables para todos es un principio fundamental que se requiere para el progreso y el crecimiento.

Los estándares en muchos países han sido dictados por productos innovadores y eficientes que "jalan" al resto a igualarlos o mejorarlos, es por ello que por ejemplo en Alemania los estándares de la Verband Öffentlicher Verkehrsbetriebe (VÖV) -Federación de Empresas de Transporte Público- hoy Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) -Federación de Empresas de Transporte Alemán- han sido superadas por lo regular por los fabricantes de autobuses, y con base en ellos se han establecido nuevos estándares.

Este proyecto también ha servido para desvanecer las críticas de que es fácil realizar las normas o lineamientos, lo difícil es realizar productos que la superen y sean competitivos.

Reflexiones

Nivel académico y desarrollo tecnológico

Los proyectos de vinculación entre UAM-A y DINA, sirvieron también como medidor de nivel académico, lo que se percibió dada las demandas de los trabajos para el proyecto y lo aportado por los participantes es, para el caso de Diseño Industrial los egresados que se incorporaron al proyecto resultaron en lo básico bien formados, con actitud proactiva y bien ubicados, se adaptaron al trabajo colaborativo en grupo, a esto también contribuyó el buen liderazgo del proyecto, sus cualidades de investigación se destacaron, lo cual confirmó que el Modelo de Diseño UAM funciona, en cuanto a que forma profesionales que aprenden a aprender. Las deficiencias que se notaron son las endémicas en la carrera y que no son menos importantes, nos referimos a la capacidad de comunicar el diseño mediante, bocetos, ilustraciones y planos, en especial estos últimos costaron trabajo para que se hicieran correctamente; pero nuevamente la actitud de aprendizaje condujo a salvar la situación en un tiempo relativamente breve, pero no deja de ser un aspecto que se considera se debe reforzar en la carrera, por otro lado el nivel físico matemático de éstos en la mayoría de los casos resultó ser bueno, pero más atribuible a una buena formación en el bachillerato.

En cuanto a ingeniería eléctrica de la UAM, la experiencia nos resultó preocupante a nivel licenciatura y posgrado. En lo referente a licenciatura la actitud de los ingenieros y pasantes que se incorporaron fue reactiva, sus conocimientos siempre se percibieron limitados y desactualizados, tenían una actitud al igual que los posgraduados de eléctrica y electrónica (no egresados de UAM), de esperar que el conocimiento les llegara en vez de ir por él, requiriendo tutorías, cursos y explicaciones técnicas, que estaban a su alcance a nivel documental. Estos últimos se encontraban desubicados en cuanto a su participación y sus verdaderos aportes y su objetivo era primordialmente económico, no sabían trabajar en equipo adecuadamente, contribuyendo en ello el mal liderazgo que tomó uno de los personajes responsables de convenio ya citado. A todo decían “no es tan fácil”, “no se puede” y “necesitamos más”, la contribución de estos profesionales integrados a los proyectos de la UAM fue muy limitada.

No se puede decir lo mismo de los egresados de UAM-A de Ingeniería Eléctrica de hace 13 a 15 años, que contribuyeron decisivamente en el éxito de los proyectos, contaban con una actitud proactiva, sabían bien lo referente a su profesión e investigar, no solo porque tenían experiencia, ya que fueron los mismos que recién egresados realizaron los proyectos de vehículos eléctricos (VEC) de la UAM-A. Una cosa importante es que saben trabajar en equipo y saben ubicarse correctamente. No deja de ser preocupante el deterioro actual que se percibe en esta carrera, en la que creemos se han perdido capacidades y nivel académico.

En cuanto a los egresados y pasantes de ingeniería electrónica de la UAM-A, su nivel de conocimiento y participación se percibió como bueno, pese a que los lideró la misma persona que los eléctricos recién egresados. Su actitud era proactiva y todos los encargos que se les hicieron los concluyeron satisfactoriamente; su participación en equipo con el grupo de eléctricos con mayor tiempo de egreso fue adecuado, desde los proyectos VEC (1996- 1999) se han distinguido.

En cuanto a los posgraduados que participaron en el proyecto, de ocho al principio y que finalmente quedaron siete, que se comprometieron en la empresa y cobraron por ello, sólo dos cumplieron, y de esos sólo uno con excelencia se trata del Dr. Ricardo Rafael Ambríz Rojas. De los cinco restantes se destacaron por su incapacidad para realizar las tareas, su deshonestidad (cobrar sin resultado alguno, inflar presupuestos y adjudicarse méritos de otros), alta capacidad para presumir conceptos y conocimientos sin comprenderlos (esoterismo académico), y gran capacidad para generar conflictos. Preocupante lo anterior ya que por nuestra estadística y por ende librando el azar, nos enfrentamos con una realidad que más del 50% de los posgraduados participantes no dio los resultados esperados en su campo.

Lo anterior, de ser una constante a nivel institucional y nacional puede ser un obstáculo para el desarrollo e innovación tecnológica y genera una distorsión en el sistema, en donde cuantitativamente se ve el aumento de posgraduados, pero cualitativamente estos no están preparados para enfrentar el desarrollo

científico tecnológico en esa misma proporción, lo que puede hacer que destinar recursos a éstos con la intención de aumentar el desarrollo endógeno, resulte en una proporción grande en un desperdicio de los recursos y también que fluyan a grupos y personajes cuyo interés es aumentar sus méritos académicos con base en los sistemas académicos burocráticos establecidos, dejando al último el verdadero desarrollo científico tecnológico y su vinculación con las necesidades y problemáticas de la sociedad y el desarrollo del país, lo que en suma puede dar lugar a políticas “cognicidas”.

Se ha planteado la hipótesis de establecer programas de estímulo a la vinculación realmente productiva de las investigaciones y proyectos de las instituciones de enseñanza e investigación del país, y revisar el seguir otorgando becas para el actual sistema burocrático imperante que no ha dado los resultados esperados y que son comprobables al ver el atraso y dependencia tecnológica reflejados en los indicadores internacionales respectivos.

Con base en la experiencia dentro y fuera de la Universidad Autónoma Metropolitana, creemos que es necesario se tome en cuenta este decálogo:

1. No tomar la educación como una mercancía, que es dada al mejor postor y peor aún certificarla sin sustento con la realidad, ya sea por presiones político-sociales o intereses académico-económicos.
2. Generar educación efectiva de calidad más que de cantidad, motivando y acostumbrando el trabajo en equipo disciplinar e interdisciplinar.
3. Enfocar a la formación de profesionales capaces de desempeñarse como tales con los conocimientos, aptitudes y actitudes necesarios, con capacidad proyectual y de planeación y no a la satisfacción de requerimientos de empleadores.
4. Ser el medio donde se genere, interprete y asimile ciencia y tecnología
5. Como instituciones de vanguardia del pensamiento, los recursos humanos deben enfocarse por norma a tareas reales de investigación y difusión del conocimiento, no sólo a la formación de pares sino también mediante la vinculación con los diversos sectores de la sociedad y no sólo a la tarea docente.
6. Mejorar la ética institucional de manera que los vicios del exterior no tengan cabida dentro de la UAM y evitar los sistemas que propician la simulación de las anteriores tareas.
7. Establecer sistemas de enseñanza continua para profesionales, enfocados en la adquisición de conocimientos y no de mejoramiento de estatus académico.
8. Revertir el deterioro académico dado por el empobrecimiento de los niveles de educación en el que los estudios profesionales se han convertido, en formativos de técnicos y los de posgrado pretenden asumir los profesionales, aumentando el tiempo de egreso y formando profesionales desconectados de la sociedad.
9. La integración de estudiantes en proyectos profesionales debe ser para fogueo, su participación ha de ser como colaboradores, su educación debe permitirles equivocarse, la pérdida de tiempo por reprobar una materia no debe exceder dos trimestres cuando estén en posibilidades de aprobarla por su propio esfuerzo y, no debe esperar un curso por razones de índole administrativo académicas.
10. Las universidades deben tomar el papel de formadores no sólo de individuos sino también de grupos exitosos de trabajo tanto disciplinarios como interdisciplinarios, que permitan emprender dentro y fuera de la institución el ejercicio profesional enfocado en proyectos productivos y de investigación básica.

Glosario de Términos

Para fines de esta tesis se entiende por:

Agarradera: Dispositivo en forma de asa o mango, generalmente de sección circular, colocado en posición vertical en la zona de puertas de un vehículo de transporte colectivo, que sirve para asirse de ella y ayudarse en las operaciones de ascenso y descenso.

Agarradera de asientos: Dispositivo en forma de asa o mango, generalmente de sección circular colocado en los extremos superiores que dan hacia el pasillo de los respaldos de los asientos, cuya función es ser utilizada por los pasajeros para sujetarse y mantener el equilibrio al pararse, sentarse, abandonar la plaza y desplazarse por el pasillo.

Asidera: Dispositivo en forma de tubo, regularmente de sección circular, colocado en posición horizontal y paralela al eje longitudinal de la unidad de transporte colectivo en la parte superior del habitáculo, a una distancia determinada a partir de su piso, el cual sirve a los pasajeros para asirse o sujetarse, ayudándoles a guardar el equilibrio y la posición, al desplazarse o al viajar de pie.

Barandal: Dispositivo en forma de tubo, generalmente de sección circular, ubicado por lo regular en posición horizontal, en el corralillo y los delantales, a una altura entre la de la cadera y el tórax de un ser humano adulto normal, que sirve para delimitar el desplazamiento voluntario o involuntario de los usuarios, así como servirles de apoyo.

Bizarrización: Hacer algo grotesco, extravagante y de "mal gusto".

Barroquismo: Conjunto de características propias del Barroco o de una cosa compleja y difícil de comprender.

BRT (*Bus Rapid Transit* por sus siglas en inglés): Define un tipo de servicio prestado con autobuses y/o trolebuses, en el que el acceso a la unidad y su piso se encuentra al mismo nivel que el suelo de la estación o parada para facilitar el ascenso y descenso a la unidad y reducir con esto los tiempos en parada y mejorar la seguridad y el servicio para la mayor cantidad de población, incluyendo aquella con problemas de movilidad como son los enfermos, discapacitados, ancianos, mujeres embarazadas, niños pequeños, etc., y que además cuentan en la vialidad con libertad de movilidad generalmente mediante el uso de carril exclusivo habitualmente confinado, contando con paradas establecidas en donde se realiza el cobro o permiso de abordar la unidad.

Centro de Gravedad: El centro de gravedad de un cuerpo. Es el punto respecto al cual las fuerzas que la gravedad ejerce sobre los diferentes puntos materiales que constituyen el cuerpo producen un momento resultante nulo.

Claro: Espacio libre existente entre elementos o partes de un dispositivo.

Concepto: Representación abstracta de una cosa real o irreal que se forma en la mente o mentes de persona(s), y que sirve de guía para desarrollar ideas que completen y/o complementen y hagan posible una cosa lo más apegada a la representación abstracta inicialmente concebida, definiéndola.

Corralillo: Espacio dentro del habitáculo de un transporte colectivo o masivo, delimitado por barandales y el pasillo, que divide la zonas para viajar sentados de la de a pie, regularmente ubicada frente a las puertas de acceso de pasajeros.

Cubrepiernas o delantal: Dispositivo que consiste en una superficie rígida, en posición vertical, ubicado delante de los asientos que dan directamente a la zona de escaleras o corralillo, delimitando esta y protegiendo las piernas de los pasajeros que se sientan de manera inmediata en esos lugares.

Derrotero: Rumbo previsto por el vehículo, denotado en una manta o pantalla para ser visto por los usuarios antes de abordarlo.

Display: Se llama visualizador, display en inglés, a un dispositivo que permite mostrar información al usuario de manera visual.

Erguido: De pie

Ergonomía: Disciplina que conjunta un grupo de técnicas que buscan la mejor adaptación del hombre a un trabajo o actividad, eliminando o minimizando sus aspectos más molestos y perjudiciales.

Escaleras: Conjunto o serie de escalones (incluyendo el estribo) que sirven para ascender o descender del suelo al nivel del piso de un vehículo y viceversa.

Escalón: Peldaño que sirve como apoyo para ascender o descender de un nivel a otro.

Escotilla: Abertura con compuerta que se hace en los toldos de los vehículos de transporte, como salida de emergencia o entrada de aire, comúnmente conocida como falleba en México.

Estado sólido: Referido a la electrónica y electricidad, se ocupa de aquellos circuitos y/o dispositivos contruidos de materiales sólidos y en los que los electrones, u otros portadores de carga, están confinados dentro del material sólido. El término se utiliza a menudo para contrastar con las tecnologías anteriores de vacío y dispositivos de tubo de descarga de gas y también se ha convenido en excluir del término estado sólido a los dispositivos electromecánicos (relés, interruptores, discos duros, volantes de inercia, baterías y otros dispositivos con partes móviles y con una gran proporción de electrolitos).

Estribo: Primera superficie horizontal de apoyo para los pies de los pasajeros, entre el suelo y el vehículo, que permite subir o bajar de la unidad.

Eversión: (Del lat. eversio, -onis, de epertere, trastornar.) f. Destrucción, ruina. Il Med. Versión hacia afuera, hacia el exterior, movimiento del pie hacia afuera del cuerpo, especialmente de una superficie mucosa o de una membrana, como es el caso de la conjuntiva en el ectropión.

Externalidades: Son aquellas situaciones en la que los costos o beneficios de producción y/o operación y/o consumo de algún bien o servicio no son reflejados en el precio de mercado de los mismos. En otras palabras, son externalidades aquellas "Actividades que afectan a otros para mejorar o para empeorar, sin que éstos paguen por ellas o sean compensados". Existen externalidades cuando los costos o los beneficios privados no son iguales a los costes o los beneficios sociales. Del transporte se refiere a la existencia de distintos tipos de externalidades en este caso, negativas que son excluidas del balance económico a pesar de los impactos sociales y ambientales que suponen para el conjunto de la sociedad. Las externalidades negativas se manifiestan cuando las actuaciones de un sector o agente reducen el bienestar de otros sectores o agentes socioeconómicos. Los accidentes de tráfico, la contaminación y el ruido, los gases de efecto invernadero son las principales externalidades negativas del tráfico, actualmente, ya que sus impactos -minusvalías, morbilidad, mortalidad, cambio climático... son obviados por el sistema de mercado libre. En algunos casos, estos impactos repercuten sobre el Producto Interno Bruto.

Goniometría: Disciplina que mide las angulaciones de los componentes del cuerpo humano en acción o actividad.

Habitáculo: Espacio interior de un vehículo que sirve de albergue a los pasajeros y al operador, así como de resguardo para los dispositivos para viajar y conducirlo.

Huella: Profundidad o distancia de la nariz al peralte de un escalón o estribo de una escalera.

Indicadores: Dispositivos que sirven para notar o mostrar el estado de funcionamiento de algún componente o circunstancia del vehículo en operación.

Interface: Sistema, objeto, superficie o zona que permite a un ser humano establecer comunicación y/o control con una maquina o sistema de comunicación o informático.

Mancuerna: Nombre con el que comúnmente se denomina un asiento de dos plazas.

Mandos: Botón, pantalla táctil, interruptor, llave, palanca, volante y otros artificios para iniciar, regular o suspender el funcionamiento de un mecanismo, generalmente desde el puesto de conducción.

Manta: Lienzo de material textil en que se imprime el derrotero del vehículo, extendido y tensado generalmente entre dos rodillos dentro de una caja de ruta, en los que se enrolla y desenrolla, dejando visible el destino del vehículo.

Medio de transporte: Los medios de transporte son los diferentes entornos o ambientes que son usados por los modos para desplazar un determinado contenido de un lugar a otro. Estos se clasifican en medios terrestres (ferrocarril, automóvil), aéreos (avión) o acuáticos (fluviales o marítimos), cada uno de los cuales necesitará Infraestructura diferente para su funcionamiento: Vías férreas y estaciones para el tren, carreteras para los automóviles, aeropuertos para los aviones, y puertos náuticos para los barcos.

Midibús: El midibús es un autobús de tamaño y capacidad mediana (entre 8 y 11 metros). Puede transportar a más personas que el minibús o microbús por su mayor tamaño, pero, por lo general, su capacidad de transporte es netamente inferior a la del autobús estándar. Por ello, por su tamaño y capacidad intermedios entre el minibús y el autobús, recibe el nombre de «midibús».

Modo de transporte: Son los vehículos que transportan pasaje o carga a través de los medios de transporte

Modalidad: Variantes, en este caso de la forma en que se presta el servicio de transportación colectiva.

Nariz de escaleras: Filo externo de las escaleras formado por la intersección entre el peralte y la huella.

Pantalla: Superficie construida a base de elementos luminosos o rejillas controladas magnéticamente, las cuales a partir de un cambio de estado físico, ya sea de posición o de encendido transmiten información. Este dispositivo en la actualidad sustituye a la manta del letrero de ruta.

Pasamanos: Dispositivo generalmente de forma tubular y sección circular, ubicado en las escaleras, con sentido del ángulo de éstas, cuya función es la de prestar apoyo a los pasajeros en las operaciones de ascenso y descenso por los escalones.

Pasillo: Sección o zona del piso de un vehículo de un transporte destinada a la circulación y estadía de pasajeros de pie.

Percentil: Índice cuantitativo antropométrico que especifica el porcentaje de usuarios a los que corresponden determinadas dimensiones corporales, de acuerdo con una distribución poblacional.

Plataforma: Superficie elevada con respecto al nivel del piso de la unidad.

Planteamiento: Esquema del conjunto de datos necesarios para solucionar un problema o para llevar a cabo algo.

Poplíteo: Región anatómica correspondiente a la cara posterior de la rodilla o corva.

Postes: Dispositivos de forma tubular y sección circular, colocados en sentido vertical, que sirven de apoyo a los pasajeros que se encuentran de pie para guardar el equilibrio y su posición.

P.R.A.: (Punto de Referencia del Asiento) punto definido por la intersección de los planos de las superficies del respaldo y del asiento, ambos generados bajo la carga de un usuario sentado de 68 kg de peso, correspondiendo aproximadamente, según la S.A.E. para un hombre medio a 80 mm hacia abajo y 128 mm hacia atrás del punto H; según la Unión Internacional de Transporte Público 99 mm y 122 mm respectivamente.

Protoindustrializadas: En proceso de formación su industrialización.

Punto H: Lugar del cuerpo del ser humano que representa el punto medio de una recta imaginaria que pasa por los centros de las articulaciones esféricas de los fémures con la pelvis.

S.A.E.: Sociedad de ingenieros automotrices.

Sedente: En posición sentado.

Semieje: Cada una de las partes en que se halla dividido un eje, que comúnmente une dos ruedas.

Suelo: Superficie donde circula el vehículo.

Taimado-da: adj. /s. m. y f. Que es hábil para engañar o se comporta con astucia y disimulo para conseguir una cosa o hacer un daño.

Tolvas de ruedas o tambores de ruedas: Componentes ubicados en el interior de los vehículos cubriendo sus ruedas para evitar se encuentren en contacto con los pasajeros y se salpique en exceso. Su volumen está calculado para no permitir que las ruedas golpeen la carrocería del vehículo por efecto de movimientos propios de la suspensión.

Tren Motriz: Es el sistema encargado de convertir la energía almacenada en un vehículo terrestre en movimiento de sus ruedas para impulsarlo.

U.I.T.P.: Unión internacional de transporte público.

Usuario: Todo aquel ser humano que hace uso del vehículo.

Usuario tipo: Aquel que cuenta con las medidas y proporciones corporales representativas de los habitantes que harán uso de los transportes colectivos de pasajeros.

Ventanilla: Claro libre de la carrocería de un vehículo, generalmente recubierto de cristal, que permite la visibilidad de sus ocupantes hacia el exterior.

Ventila: Abertura en la carrocería de un vehículo que permite la entrada de aire a su interior.

Volante de inercia: Artefacto de forma simétrica y regular (generalmente en forma de disco) con masa considerable, que se hace girar por su eje de simetría, al dejar de impulsarlo por efecto de la inercia sigue girando, lo que permite aprovechar su giro como un almacenador mecánico de energía, para accionar una maquina ya sea para trabajo o generación de energía hasta que esta inercia se termina por efecto del rozamiento.

Zona: Espacio tridimensional exactamente delimitado.

Bibliografía

Ergonomía y Antropometría

Diffrient, Niels; Tilley R., Alvin; Bardagiy, Juan C. *Humanscale 1/2/3*. USA: Henry Dreyfus Associates, 1974.

Diffrient, Niels; Tilley R., Alvin; Bardagiy. *Humanscale 4/5/6*. USA: Henry Dreyfus Associates, 1974.

Diffrient, Niels; Tille R., Alvin; Harman, David. *Humanscale 7/8/9*. USA: Henry Dreyfus Associates, 1981.

Plazola Cisneros, Alfredo; Plazola Anguiano, Alfredo. *Arquitectura Habitacional*. México: Limusa, 1990.

Fonseca, Xavier. *La Vivienda, Diseño del Espacio*. México: Concepto, 1991.

Mc Cormick, Ernest J. *Ergonomía*. España, Barcelona: Gustavo Gili, 1980.

Sánchez Monroy, David. *Antropometría Para El Diseño*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Y Artes Para El Diseño, 1991.

Panero, Julius; Zelnik. Martin. *Las Dimensiones Humanas En Los Espacios Interiores*. Barcelona: Gustavo Gili, 1984.

Normas, documentos y recomendaciones para transportes

Sociedad de Ingenieros Automotrices (S.A.E.), *Handbooks*. USA: SAE, 1992.

Unión Internacional de Transporte Público (UITP). *42 CONGRESO INTERNACIONAL, MONTREAL 1977, No. 4, COMMISSION INTERNATIONALE POUR L'ETUDE DES AUTOBUS*. Bruselas: UITP, 1977.

Unión Internacional de Transporte Público (UITP). *46 CONGRESO INTERNACIONAL, BRUSELAS 1985, No. 4, COMMISSION INTERNATIONALE POUR L'ETUDE DES AUTOBUS*. Bruselas: UITP, 1985.

Unión Internacional de Transporte Público (UITP). *44 CONGRESO INTERNACIONAL, DUBLIN 1981, No. 4, COMMISSION INTERNATIONALE POUR L'ETUDE DES AUTOBUS*. Bruselas: UITP, 1981.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). *TECHNICAL REQUIREMENT FOR POWER DRIVEN VEHICLES AND THEIR PARTS AND EQUIPMENT APPROVED BY THE GROUP OF EXPERT ON THE CONSTRUCTION OF VEHICLES (WP-29). PART. A Y B /ECE/ TRANS / 25/UNUDI*. Nueva York y Ginebra: ONU, 2002.

Flores, J.L.; Bonnarde, G.; Pachiaudi, G. *Confort Dans L'autobus, Approche Ergonomique*. PARIS: Institut de Recherche des Transport, Centre D'evaluation et des de Recherche des Nuisances et L'energie, 1981.

Metodología

Hernández Sampieri, Roberto; Fernández-Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. *Metodología de la Investigación*, México, McGraw-Hill, 2006.

Física

Resnick, Robert; Halliday, David. *Física parte I*. México: Compañía Editorial Continental, 1982.

Resnick, Robert; Halliday, David. *Física parte II*. México: Compañía Editorial Continental, 1982.

Antropología, percepción y sicología

Merlin, Donald. *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1991.

Skoyles, John R.; Sagan, Dorion. *Up from Dragons: The Evolution of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill, 2002.

Sociología e historia

Semo, Enrique. *Historia del capitalismo en México*. México: Ediciones Era, 1973.

Bulmer -Thomas, Víctor. *La Historia Económica de América Latina desde la Independencia*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998.

Documentos consultados

Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI). *Estudio de Transporte y Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México*, México: COMETRAVI, 1997-1998.

Gobierno del Distrito Federal. *Inventario de Emisiones de la ZMVM 2010*. México: Secretaría del Medio Ambiente, 2010.

INEGI. *Censo 2010*. México 2010.

INEGI. *Encuesta Origen Destino del año 2007*. México, 2007.

Gobierno del Distrito Federal. *Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012*. México: Secretaría de transporte y Vialidad, 2007.

Gobierno del Distrito Federal. *Bases para la licitación pública internacional por convocatoria no. LPI/STEDF/01/96 para la adquisición de 200 trolebuses nuevos sencillos*. México: Servicios de Transportes Eléctricos, 1996.

Departamento del Distrito Federal. *Especificaciones de autobuses.*, México: Autotransportes Urbanos de Pasajeros R-100, Jefatura de Proyectos de la Dirección General, 1988.

Departamento del Distrito Federal. *Minibús Colectivo, Normatividad Propuesta*. México: Coordinación General de Transporte, Dirección de Desarrollo Tecnológico, 1987.

Departamento del Distrito Federal. *Estudio Ergonómico para Operador de Autobús Urbano*. México: Coordinación General de Transporte, Dirección de Desarrollo Tecnológico, 1987.

Departamento del Distrito Federal. *Estudio Ergonómico para definir el Área de Operador de Minibús en el D.F.*. México: Coordinación General de Transporte, Dirección de Desarrollo Tecnológico, 1987.

Cámara Nacional de la Industria y Transformación (CANACINTRA). *Propuesta de Normas Básicas para Vehículos de más de 9 Pasajeros Servicios Urbanos*. México: Sección No. 59, 1992.

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. *Estudio de costo beneficio de incorporación de autobuses híbrido eléctricos, para el Área Metropolitana de la Ciudad De México*. México: Banco Mundial, 2000.

Gobierno del Distrito Federal. *Inventario de Emisiones de la ZMVM 2010*, México: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMAGDF), 2010.

Gobierno del Distrito Federal. *PROAIRE 2002 – 2010, proyección 2010 – 2015*, México: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2009.

Comunidad Economical Europa. *Handbook on estimation of external costs in the transport sector Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT) Version 1.1*: Delft, CE, 2008.

Reglamentos y lineamientos consultados

Departamento del Distrito Federal. *Reglas Técnicas Generales Mínimas para el Diseño y Fabricación de Minibuses en la Ciudad de México*. México: Coordinación General de Transporte, Dirección General de Estudios y Proyectos, Subdirección de Desarrollo Tecnológico, 1991.

Gobierno del Distrito Federal. *Manual de Lineamientos Técnicos, Dispositivos de Seguridad, Aspectos de Confort y Adecuación al Medio Ambiente que Deben de Cumplir los Vehículos Tipo Autobús que Presten el Servicio de Transportación Publica de Pasajeros en el Distrito Federal*. Gaceta Oficial del D. D. F., 1º de febrero de 1993.

Gobierno del Distrito Federal. *Acuerdo por el que se Expide el Manual de Lineamientos Técnicos, de Seguridad, Comodidad y Ambientales, que Deben de Cumplir los Autobuses, Minibuses y Vagonetas, que Presten el Servicio Público de Transporte de Pasajeros en el Distrito Federal*. Gaceta Oficial del D. F., 24 de septiembre de 1996.

Gobierno del Distrito Federal. *Manual de Lineamiento Técnicos de Seguridad, Comodidad y Ambientales, que Deben de Cumplir los Autobuses, Minibuses y Vagonetas, que Presten el Servicio Público de Transporte de Pasajeros en el Distrito Federal*. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 24 de septiembre de 1996.

Gobierno del Distrito Federal. *Reforma del Manual de Lineamientos Técnicos, de Seguridad, Comodidad y Ambientales que Deben de Cumplir los Autobuses, Minibuses y Vagonetas que Presten el Servicio Público de Transporte de Pasajeros en el Distrito Federal*. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 29 de septiembre de 1997.

Catálogos

Catálogo de la empresa WEG, *motores de imanes permanentes (Wmagnet Drive System)*, 2012.

Sitios y páginas WEB consultadas

<http://en.wikipedia.org/wiki/H-point>
<http://www.weg.com>
<http://www.unece.org/trans/main/welcwp29.html>
<http://www.uitp.org/>
<http://www.vdv.de/>
<http://www.sae.org/>
<http://www.dot.gov/>
<http://www.michelin.com/>
<http://www.meritor.com>
<http://www.nhtsa.gov/cars/rules/import/fmvss/>
<http://www.germes.com>

Catálogos y documentos de especificaciones comerciales

<http://en.wikipedia.org/wiki/H-point>
<http://www.weg.com>
<http://www.unece.org/trans/main/welcwp29.html>

Índice de Ilustraciones, Figuras y Graficas

Foto 1. Triciclo eléctrico	3
Foto 2. Biplaza eléctrico.....	3
Foto 3. Vehículo Eléctrico de Carga (VEC).....	3
Fig. 4. Proyecto de autobús de piso bajo, con sistema de almacenamiento de energía por baterías y volantes de inercia en colaboración de la UAM-A y el Grupo Fuerza (1996-1997)	4
Fig. 6. Representación tridimensional en alambre mostrando la disposición de asientos y conductor	5
Fig. 5. Diagrama explicativo del sistema.....	5
Fig. 7. Representaciones tridimensionales ambientadas del TTB	6
Imagen comparativa de un BRT de andén elevado (arriba) y un BRT de piso bajo (abajo), en cuanto accesibilidad de usuarios y afectación a la capacidad vial.	11
Fig. 1.1. El consumo energético es un equivalente al consumo de combustibles fósiles considerados (GLP, GN, Diesel y Gasolina) unificados en unidades energéticas para poder ser manejadas en común (no incluye el transporte masivo).....	15
Fig. 1.2. Distribución del gasto energético (fuente e imagen del Inventario de Emisiones de la ZMVM 2010, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMAGDF))	16
Tabla 1.1. Contaminantes por año en la ZMVM.....	17
Tabla 1.1. Contaminantes por año en la ZMVM.....	17
Tabla 1.2. Parque vehicular por tipo y sus emisiones contaminantes en la ZMVM	18
Fig. 1.3. Comparativa actual de Autos Particulares y Taxis vs Transporte colectivo en cuanto a contaminación y pasajeros transportados.....	20
Fig. 1.4. Participación de contaminación por tipo de vehículo y pasajeros transportados.....	20
Fig. 1.5. Datos estimados con base en un motor diésel de 290 Hp, en una flotilla de autobuses tipo, para satisfacer la demanda en horas pico en un sistema de tipo BRT.	21
Fig. 1.6. Servicio de Taxi Colectivo con itinerario fijo.	23
Fig. 1.7. Ejemplo de Servicio Público Concesionado de Transporte colectivo de pasajeros en el Distrito Federal	25
Fig. 1.8. Ejemplo de Servicio Público Concesionado de Transporte colectivo de pasajeros en el Estado de México..	25
Fig. 1.9. Servicio Público de Transporte colectivo de pasajeros RTP	26
Fig. 1.10. Sistema de transporte colectivo de superficie, de izquierda a derecha y de arriba a abajo, Servicio de Transportes Eléctricos del GDF, Mixibús del Estado de México, Metrobús de piso bajo Ciudad de México y Metrobús del GDF	27
Fig. 1.5.1. Distintos servicios de transporte BRT en el mundo, de izquierda a derecha y de arriba a abajo, Francia de Piso Bajo (PB), México PB, Venezuela andén elevado (AE), Corea PB, Trolebús Francia PB y México AE	29
Fig. 1.5.2. Esquema sistema paralelo.....	36
Fig. 1.5.3. Esquema sistema paralelo.....	36
Fig. 1.5.4. Esquema sistema paralelo.....	37
Fig. 1.6.1. El sistema de autobuses que se recargan en la estación en el tiempo que se hacen las maniobras de bajar y abordar la unidad, es una alternativa viable para la metrópolis, en este caso una unidad carrozada por HESS y con sistema motriz y eléctrico de ABB en Génova.	40
Fig. 2.2.1. Corte parcial de motor asíncrono	42
Fig. 2.2.2. Imagen de las barras en corto circuito con los anillos que las unen	42
Fig. 2.2.3. Esquema de funcionamiento del binomio motor/controlador o variador de frecuencia/motor	43
Fig. 2.2.5. Grafica comparativa de un motor síncrono de imanes permanentes (PM) y uno asíncrono (EFF1 y EFF2), eficiencia contra potencia.....	44

Fig. 2.2.4. Comparativa de tamaño entre un motor síncrono de imanes permanentes y uno asíncrono, para similar par y potencia	44
Fig. 2.3.1. Capacitor sencillo placas paralelas	45
Fig. 2.3.2. Ultra capacitor de carbón activado	45
Fig. 2.3.3. Carbón activado esquema y visto en microscopio	45
Fig. 2.3.4. Ultra capacitor comercial de carbón activado	45
Fig. 2.3.7. Sección de ultracapacitor con nonatubos vistos en microscopio electrónico y representación esquematizada donde se aprecia ánodo, cátodo y dieléctrico.	46
Fig. 2.3.5. Estructura molecular nonatubo, formando hexágonos	46
Fig. 2.3.6. Nonatubos vistos en microscopio electrónico	46
Fig. 2.4.1. Batería de Ion litio, para aplicaciones de servicio pesado	47
Fig. 2.4.2. Grafica comparativa de sistemas de almacenamiento de energía y propulsión, tomando en cuenta densidad energética y densidad de potencia que pueden suministrar, donde destacado en zonas de achurado se aprecia que actuando juntos ultracapacitores y baterías de Li-on se complementan para aportar características cercana a los vehículos de combustión interna.....	48
Fig. 2.5.1. Simulación ANSYS preliminar del semieje	49
Fig. 2.5.2. Simulación de toda la estructura de manera alámbrica para determinar la ubicación y características de los elementos estructurales	49
Fig. 4.1. Especificaciones del catálogo de motores asíncronos de la empresa WEG.....	62
Fig. 4.4.1. Distribución de medidas de la población en percentiles, graficada mediante una campana de Gauss.....	66
Fig. 4.4.2. Ejemplo de uso de las tablas	69
Fig. 4.4.4. Medidas generales del cuerpo humano en posición sedente	71
Fig. 4.4.3. Medidas generales del cuerpo humano en posición erguida.....	71
Fig. 4.4.5. Dimensiones de mano y pie.....	72
Fig. 4.4.6. Alcance de brazo y antebrazo.....	72
Fig. 4.4.7. Movimiento articular cuello cabeza	73
Fig. 4.4.8. Movimiento articular hombro y brazo.....	74
Fig. 4.4.9. Movimiento articular brazo	74
Fig. 4.4.10. Movimiento articular de tronco	75
Fig. 4.4.11. Movimiento articular tobillo pie	75
Fig. 4.4.12. Posición cómoda de conducción (adaptación basada en figura de: Mc Cormick, Ernest J. Ergonomía. España, Barcelona: Gustavo Gili, 1980)	76
Fig. 4.4.13. Movimiento articular pierna	77
Fig. 4.4.14. Zonas de habitabilidad.....	77
Fig. 4.4.15. Visión en sentido horizontal	78
Fig. 4.4.16. Visión sentido vertical	78
Fig. 4.4.17. De izquierda a derecha, localización anatómica del Punto H, ubicación en un puesto de conducción, maniquí para determinar la posición del Punto H en un asiento.	79
Fig. 4.4.18. Punto H en referencia al P.R.A.	79
Área de operador.....	80
Asiento de operador.....	81
Visibilidad a través del parabrisas	82
Columna de dirección, asiento de operador y pedales.....	84

Área de pasajeros.....	86
Habitáculo	86
Asientos de pasajeros.....	87
Pasillos y espacios para viajar de pie	89
Ventanillas.....	91
Determinación del número de pasajeros que puede albergar una unidad	92
Puertas de servicio	95
Escaleras y estribo (altura suelo piso de entrada a la unidad).....	96
Salidas de emergencia.....	97
Dispositivos para desplazarse o sujetarse	99
Botones de aviso de parada.....	100
Letrero de ruta	101
Fig. 4.5.1. Zonas y espacios para la conducción adecuada del operador	105
Diagrama 1, Vista lateral de las zonas del área del operador.....	106
Diagrama 3, Vista superior de las zonas del área del operador.....	106
Diagrama 2, Vista frontal de las zonas del área del operador	106
Fig. 4.5.2. Vistas de las zonas y espacios del puesto del conductor.....	106
Fig. 4.5.3. Espacio mínimo del puesto del operador.....	107
Fig. 4.5.4. Área mínima que ocupan los asientos.....	108
Fig. 4.5.5. Volumen estandarizado de zonas mínimas para circular y estar de pie	110
Fig. 4.5.6. Iluminación, disposición y orientación de luminarias en el habitáculo.....	115
Fig. 4.8.1. Giro de ruedas de eje delantero.....	125
Maniobrabilidad Diagrama A	126
Maniobrabilidad Diagrama B	127
Fig. 5.1.1. Esquema inicial con medidas del volumen, estructura y su inicial modulación	128
Fig. 5.1.2. Análisis tridimensional inicial de volúmenes, tomando en cuenta aspectos de habitabilidad, componentes del tren motriz, aspectos normativos y de modulación, así como elementos estructurales mínimos y rangos de funcionamiento.	129
Fig. 5.1.3. Plano preliminar de discusión para el grupo	130
Fig. 5.1.4. Estudio para determinar el volumen disponible para el.....	132
Fig. 5.1.5. Modelación 3D de idea inicial de sistema de suspensión y simulación de sus rangos de funcionamiento para determinar volúmenes mínimos de la tolva	132
Fig. 5.1.6. Serie de imágenes de CAD que ejemplifican los estudio de partes, piezas y componentes en movimiento	133
Fig. 5.1.7. Modelación 3D del concepto inicial volumétrico y estructural.....	134
Fig. 5.1.8. Montaje virtual de los componentes capturados o proveídos para determinar volúmenes en estático y dinámico con sus rangos de movimiento o desplazamiento	134
Fig. 5.2.1. Collage de autobuses “tipo” de piso bajo.....	137
Fig. 5.2.2. Collage de interiores de autobuses de piso bajo y tableros de distintos vehículos	138
Fig. 5.2.3. Proceso de bocetado del diseño exterior.....	139
Fig. 5.2.4. Diferentes pasos hasta la creación de una representación en 3D	140

Fig. 5.2.5. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, representación tridimensional para bocetar, desarrollo de boceto con componentes tridimensionales conocidos para desarrollar conceptos e ideas, generación 3D de los conceptos.	141
Fig. 5.2.6. Diseño de “display” indicador de parámetros del autobús, donde se incluyen velocímetro, temperatura del sistema, nivel de combustible de la planta, carga del sistema de almacenamiento de energía eléctrica y autonomía, así como indicador de cierre de puertas.	142
Fig. 5.2.7. Cubierta de tolva trasera con asientos integrados, ducto y escotilla de componentes integradas.....	143
Fig. 5.2.8. Cubierta de tolva delantera con asiento integrado.....	143
Fig. 5.3.1. Ciclo de energético de funcionamiento.....	145
Fig. 5.3.2. Simulación de autobús con lastre, bancos de baterías y supercapacitores y planta, para determinar el centro de gravedad.....	146
Fig. 5.3.3. Esquema de fuerzas y momento para determinar cargas dinámicas sobre los ejes.....	147
Fig. 5.3.4. Esquema de fuerzas y momento para determinar cargas dinámicas sobre los ejes en curva a peraltada.....	148
Fig. 5.3.5. Simulaciones iniciales de partes del sistema de suspensión y semieje con los datos extraídos.....	151
Fig. 5.4.1. Ubicación de los conjuntos rueda-suspensión-motor-reductor en el vehículo.....	152
Fig. 5.5.1. Diferentes vistas “renderizadas” del autobús.....	153
Fig. 5.5.2. Perspectivas generadas por computadora (“Renders”) del interior del autobús.....	154
Fig. 5.5.5. Renderización del autobús ambientada mostrando frente y costado izquierdo.....	155
Fig. 5.5.4. Renderización ambientada mostrando la parte posterior.....	155
Fig. 5.5.3. Renderización del autobús ambientada mostrando frente y costado con puertas.....	155
Fig. 5.6.2. Conjunto motriz con tolva.....	156
Fig. 5.6.1. Conjunto motriz con tolva y sistema de enfriamiento del conjunto por ventilación forzada, junto con su trampa de agua.....	156
Fig. 5.6.3. Esquema por bloques de lógica de funcionamiento y flujos de energía.....	157
Fig. 5.6.4. Diagrama de control del sistema.....	159
Fig. 5.7.2. Simulación de funcionamiento de concepto de tren motriz interactuando en tolva.....	160
Fig. 5.7.1. Propuesta de concepto de tren motriz en una vista 3D.....	160
Fig. 5.8.2. Estructura alambrica para el cálculo general de la estructura.....	161
Fig. 5.8.1. Ubicación de las fuerzas para el cálculo de estructura.....	161
Graf. 5.8.1. Gráfica de valores máximos de aceleración en ruta tipo, agrupados de mayor a menor en el eje Y, la línea roja representan las aceleraciones verticales (incluyen aceleración de la gravedad).	162
Graf. 5.8.2. Gráfica de valores mínimos de desaceleración en ruta tipo, agrupados de menor a mayor en el eje Y, la línea roja representan las aceleraciones verticales (incluyen aceleración de la gravedad).	163
Fig. 5.8.3. Diferentes etapas y cálculos de la estructura en lo general. Después se calcula en particular secciones de la estructura y del tren motriz, se parte de lo general a lo particular.	163
Fig. 5.8.4. Equivalencia de peso de las baterías sobre el toldo del autobús.....	164
Fig. 6.1.1. Representación tridimensional “renderizada” de la estructura.....	165
Fig. 6.1.2. Imágenes de planos de la estructura.....	166
Fig. 6.2.1. Diferencias entre superficie tipo A arriba y una superficie que no cumple con las especificaciones para ser considerada como tal, ambas generadas con ayuda de un software de diseño.	168
Fig. 6.3.1. Imágenes de planos y representación 3D del tablero.....	170
Fig. 6.4.1. Imágenes varias de los planos de conchas exteriores y de la estereotomía.....	170
Fig. 6.5.2. Foto de la estructura.....	171
Fig. 6.5.1. Foto de armado de estructura de conjunto piso del vehículo.....	171

Fig. 6.5.3. Diferentes momentos y aspectos del modelado de la concha delantera y el molde, de izquierda a derecha y de arriba abajo: armado de estereotomía con piezas cortadas con maquina CNC, llenado de los huecos de la estereotomía con espuma rígida de poliuretano, recubrimiento encima de la espuma y con los cortes como límite con pasta para modelar de poliéster y su lijado, obtención de piezas complejas de la facia de faros por impresión 3D y su reforzado con PRFV, pieza anterior injertada en el modelo, molde sacado con el modelo para la pieza del frente (concha delantera).	172
Fig. 6.5.4. Arriba modelado de los cubre tolvas con asientos integrados de izquierda a derecha: corte de piezas de contrachapado con la forma básica descrita en planos armando el volumen, recubrimiento con pasta con platillas de las superficies curvas, detallado para sacar el molde. Abajo de izquierda a derecha: estereotomía relleno con espuma rígida de poliuretano y recorte del sobrante que excede los cortes de la estereotomía, recubrimiento con pasta de poliéster de la espuma, acabado de la pieza a lija y con pasta.	173
Fig. 6.5.5. Fresa tallando de espuma controlada por computadora en una escuela de diseño de Alemania (Extraído de catálogo de la empresa Kolb)	174
Fig. 6.5.6. Fresadora tallando arcilla para modelar carrocerías, controlada por computadora en una escuela de diseño de Alemania (Extraído de catálogo de la empresa Kolb)	174
Fig. 6.5.7. Fotografías del Vehículo Eléctrico de Carga (VEC) de la UAM-A, terminado en 1999, donde se aprecian los acabados tipo automotriz tanto en el exterior con superficies tipo "A", -nótese la calidad de las superficies sin abolladuras o distorsiones-, como en el interior. Todo ello realizado en los talleres de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM-A, con procedimientos similares a los de DINA en el modelado de las piezas	175
Fig. 6.5.8. Arriba fotos del prototipo de autobús híbrido; al centro foto del prototipo de trolebús, abajo diferentes vistas del trolebús frente y posterior	176
Fig. 6.5.9. Diferentes fotos del interior de los prototipos, arriba izquierda vista desde el frente a la parte posterior, arriba derecha foto tomada desde la parte posterior al frente con el grupo de desarrolladores, representantes de la empresa y evaluadores del CONACyT durante el recorrido de muestra. Abajo izq. Foto del centro al frente, abajo der. Foto del centro a la parte posterior nótese las denominadas "chimeneas" con asientos mancuerna integrados, en estas partes se alojan componentes eléctricos y sirve como ducto de ventilación del sistema.	177
Fig. 8. Esquema de Interdisciplina e interacción disciplinar, para la interpretación de la realidad y el desarrollo de proyectos.....	185
Fig. 9. Grafica de estadísticas del CONACyT de 2008 sobre instituciones académicas y/o de investigación vs proyectos realizados	189
Fig. 10. Gráfica de estadísticas del CONACyT de 2010 sobre instituciones académicas y/o de investigación vs proyectos realizados	190
Graficas de PIB histórico por países.....	193
Grafica 1. Aportación de commodities según valor	194

ANEXOS

Relación de Participantes y sus aportaciones generales

Dr. Ahmed Zekkour Zekkour, UAM-A

- Gestión conjunta del convenio ante la UAM
- Gestión conjunta del préstamo de equipo de WEG para el proyecto
- Cálculo preliminar de las necesidades de potencia del autobús
- Asesor del proyecto en cuestión eléctrica

Ing. Gerardo Cecilio Altamirano León, UAM-A (Egresado)

- Gestión conjunta del proyecto ante DINA
- Gestión conjunta del préstamo de equipo de WEG para el proyecto
- Gestión conjunta del convenio ante la UAM
- Desarrollo conjunto del concepto de plataforma para autobús y trolebús
- Desarrollo conjunto del concepto geométrico motriz de la plataforma y la distribución y acomodo de sus partes
- Cálculo de las necesidades de potencia del autobús
- Cálculo y determinación de los componentes de tracción de la plataforma
- Desarrollo conjunto del diferencial electrónico
- Determinación conjunta de los esfuerzos dinámicos y estáticos del cuerpo y suspensión del vehículo
- Cálculo y determinación de las características de los bancos de baterías y supercapacitores para autobús y trolebús
- Cálculo y determinación de los inversores
- Concepto del intercambio de energía entre las planta, baterías, supercapacitores y máquinas de tracción y generación de la plataforma
- Cálculo, diseño y concepto conjunto de los sistemas de enfriamiento de las tolvas de ruedas traseras
- Cálculo y desarrollo de los sistemas de fuerza de apoyo y operación neumático e hidráulico del autobús y trolebús
- Programación y adecuación de los inversores de WEG para su aplicación en el sistema de tracción del autobús y trolebús
- Realización conjunta de las estimaciones de costos del autobús y trolebús.
- Elaboración conjunta del informe final del trolebús para CONACyT

D.I. José Juan Martínez Nates, UAM-A

- Gestión conjunta del proyecto ante DINA
- Gestión conjunta del préstamo de equipo de WEG para el proyecto
- Gestión conjunta del convenio ante la UAM
- Coordinador General de Ingeniería y diseño
- Determinación de los parámetros básicos de diseño en cuanto a capacidad, dimensiones, habitabilidad, operación, maniobrabilidad y normatividad a cumplir
- Generador conjuntamente del concepto de la plataforma del autobús
- Desarrollador del concepto volumétrico del diseño del autobús
- Desarrollo conjunto del concepto geométrico motriz de la plataforma y la distribución y acomodo de sus partes
- Desarrollo del concepto geométrico del sistema de suspensión trasero
- Desarrollo de la modulación de la estructura
- Desarrollo conjunto del concepto estructural del autobús

- Desarrollo conjunto de la estructura del autobús
- Desarrollo conjunto del sistema motriz
- Desarrollo conjunto de la distribución de componentes y espacios del habitáculo
- Determinación conjunta de los esfuerzos dinámicos y estáticos del cuerpo y suspensión del vehículo
- Diseño concepto exterior del autobús
- Diseño y desarrollo de la concha delantera
- Dirección del diseño industrial de todo el autobús y trolebús
- Desarrollo conjunto de la parte estructural frontal y posterior del autobús-trolebús
- Desarrollo conjunto de las tolvas de las ruedas
- Supervisión conjunta del desarrollo de los trabajos del prototipo
- Realización conjunta de las estimaciones de costos del autobús y trolebús.
- Supervisión de la administración conjunta de los recursos de los proyectos
- Generador conjunto del plan de administración de los recursos de los proyectos
- Desarrollo de mecanismo de puerta delantera
- Desarrollo del algoritmo matemático, para el diferencial electrónico, para la determinación de la velocidad de giro de las ruedas traseras con los datos de desplazamiento de las ruedas delanteras
- Elaboración de los informes parciales del autobús híbrido y del trolebús para CONACyT (Aprobado)
- Elaboración conjunta del informe final del proyecto de autobús híbrido para CONACyT
- Elaboración conjunta del informe final del trolebús para CONACyT

D.I. Sergio Héctor Barreiro Torres, UAM-A

- Gestión conjunta del proyecto ante DINA
- Gestión conjunta del préstamo de equipo de WEG para el proyecto
- Gestión conjunta del convenio ante la UAM
- Uno de los responsables oficial del convenio DINA – UAM
- Generador de procedimientos de control del proyecto
- Encargado de la logística de generación de piezas y asignación de códigos
- Responsable del registro de los proyectos ante el Consejo Divisional de CyAD
- Responsable de las cuentas y administración de los recursos del proyecto de febrero de 2011 a marzo de 2012
- Generador conjunto del plan de administración de los recursos de los proyectos
- Obtención de infraestructura y recursos humanos y físicos para la operación del proyecto
- Obtención del espacio físico del laboratorio

Dr. Ricardo Rafael Ambriz Rojas, IPN (Centro de Investigación e Innovación Tecnológica Azcapotzalco)

- Generador conjuntamente del concepto de la plataforma del autobús
- Desarrollo conjunto del concepto geométrico motriz de la plataforma y la distribución y acomodo de sus partes
- Desarrollo conjunto del concepto estructural del autobús
- Desarrollo conjunto de la estructura del autobús
- Desarrollo conjunto del sistema motriz
- Desarrollo conjunto de la distribución de componentes y espacios del habitáculo
- Determinación conjunta de los esfuerzos dinámicos y estáticos del cuerpo y suspensión del vehículo
- Cálculo de necesarios para el adecuado diseño de la estructura y sistema de suspensión del autobús
- Determinación de las características de los materiales a emplear en la estructura y sistema de suspensión de la plataforma y cuerpo del vehículo.

Dr. Martín Rodríguez Cruz, UAM-A

- Generador conjuntamente del concepto de la plataforma del autobús
- Determinación conjunta de los esfuerzos dinámicos y estáticos del cuerpo y suspensión del vehículo
- Desarrollo conjunto del concepto geométrico motriz de la plataforma y la distribución y acomodo de sus partes
- Desarrollo conjunto del concepto estructural del autobús
- Desarrollo conjunto de la estructura del autobús
- Desarrollo conjunto del sistema de suspensión trasero
- Desarrollo conjunto de las tolvas de las ruedas

Ing. Gerardo Bautista Sánchez, IPN

Ing. Kristian Giovanni Carreón Viveros, IPN

Ing. Manuel Alejandro González García, IPN

- Ayudantes del Dr. Ricardo Rafael Ambriz Rojas para las tareas antes descritas y apoyo al Dr. Martín Rodríguez Cruz y D.I. José Juan Martínez Nates

D.I. Jorge Antonio Méndez Laguna, UAM-A

- Desarrollo conjunto del conjunto toldo del autobús y trolebús
- Desarrollo conjunto de laterales del autobús
- Desarrollo conjunto de cajas de baterías y supercapacitores
- Diseño y desarrollo del tablero del autobús
- Desarrollo de los ganchos de las troles
- Supervisión conjunta del desarrollo de los trabajos del prototipo.

D.I. José Alejandro Preciado García, UAM-A

- Desarrollo conjunto del piso del autobús y trolebús
- Desarrollo conjunto de la jaula del generador
- Desarrollo conjunto de plataforma de asientos
- Diseño y desarrollo conjunto de tolvas de ruedas traseras y las denominadas chimeneas
- Diseño y desarrollo de las conchas interiores
- Diseño y adecuación de los recubrimientos de toldo y laterales
- Desarrollo del ducto de escape de la planta generadora
- Diseño y desarrollo de la pasamanería
- Diseño y adecuación del sistema de iluminación del habitáculo
- Distribución, adecuación y conexión de las baterías y supercapacitores en sus cajas
- Diseño de conectores de baterías y supercapacitores
- Supervisión conjunta del desarrollo de los trabajos del prototipo

D.I. José Maya Remedios, UAM-A

- Desarrollo conjunto de los laterales del autobús-trolebús
- Desarrollo conjunto de los paneles laterales exteriores
- Desarrollo conjunto de los cristales laterales y el medallón trasero
- Diseño y desarrollo de la concha exterior posterior
- Base de retrivers del trolebús
- Supervisión conjunta del desarrollo de los trabajos del prototipo
- Encargado de llevar la contabilidad del proyecto (gastos y reembolsos)

Mtro. Alfonso Brihuega Brianza, UAM-A

- Supervisión final en la planta de DINA de las correcciones a los trabajos del prototipo

Ing. Oscar Bravo Hernández, UAM-A (Egresado)

- Diseñador y desarrollador conjunto del diferencial electrónico
- Programador del PLC de control de tracción del autobús-trolebús

Ing. Juan Diego Frías Herrera, IPN (Egresado)

- Supervisión conjunta del desarrollo de los trabajos del prototipo
- Asesor permanente en el desarrollo de sistemas y diseño del trolebús
- Investigador y proveedor de la normatividad aplicable al autobús híbrido y el trolebús
- Realizo las adecuaciones a la planta de generación de energía para su aplicación en el autobús híbrido
- Carga y montaje de baterías, montaje de inversor, alambrado de sistema motriz y de control

Ing. Juan Camarillo Chino, UAM-A

Ing. Abraham Josué Muciño Vázquez, UAM-A

Ing. Andrés Miguel Mateo, UAM-A

- Carga y montaje de baterías, montaje de inversor, alambrado de sistema motriz y de control bajo supervisión e instrucciones del Ing. Gerardo Altamirano León y el Ing. Oscar Bravo Hernández

Ing. Marcos Hernández Alba, UAM-A

Ing. David Bobadilla Uribe, UAM-A

- Carga y montaje de baterías, montaje de inversor, alambrado de sistema motriz y de control.
- Desarrollo de un convertidor de CD-CD para accesorios del autobús y la alimentación del PLC
- Caracterización del pedal de acelerador
- Circuito de adecuación de señal del pedal de acelerador
- Caracterización de los sensores de ABS
- Ayudar en la adecuación de la señales, de posición del brazo de dirección y del pedal de acelerador para la programación del PLC

Planos Híbrido y Trolebús

Sub folder ...\\ENSAMBLES EN TODA LA ESTRUCTURA DEL HÍBRIDO\\CARTABONES:

ES001CA001.PDF

Sub folder ...\\ENSAMBLES EN TODA LA ESTRUCTURA DEL HÍBRIDO\\JAULA DE GENERADOR:

ES031PI038.PDF
ES121GE001.PDF
ES122GE002.PDF
ES123GE003.PDF
ES124GE004.PDF
ES125GE005.PDF
ES126GE006.PDF
ES127GE007.PDF
ES128GE008.PDF
ES129GE009.PDF
ES130GE010.PDF
ES131GE011.PDF
ES132GE012.PDF
ES133GE013.PDF
ES134GE014.PDF
ES135GE015.PDF
ES136GE016.PDF
ES137GE017.PDF
ES138GE018.PDF
ES139GE019.PDF
ES140GE020.PDF
ES141GE021.PDF
ES142GE022.PDF
ES143GE023.PDF
ES144GE024.PDF
ES145GE025.PDF
ES146GE026.PDF
ES147GE027.PDF
ES148GE028.PDF
ES149GE029.PDF
ES150GE030.PDF
ES151GE031.PDF
ES152GE032.PDF
ES153GE033.PDF
ES154GE034.PDF
ES156GE036.PDF
JAULA DE GENERADOR PIEZAS.PDF
JAULA DE GENERADOR...PDF

ES106FR016.PDF
ES107FR017.PDF
ES108FR018.PDF
ES109FR019.PDF
ES110FR020.PDF

Sub folder ...\\ENSAMBLES EN TODA LA ESTRUCTURA DEL HÍBRIDO\\LAMINADO LATERAL PORTA ASIENTOS:

RE001PI178.PDF
RE002PI179.PDF
RE003PI180.PDF
RE004PI181.PDF
RE005PI182.PDF
RE006PI183.PDF
RE007PI184.PDF
RE008PI185.PDF
RE009PI186.PDF
RE010PI187.PDF

Sub folder ...\\ENSAMBLES EN TODA LA ESTRUCTURA DEL HÍBRIDO\\PLATAFORMA DE OPERADOR\\Plataforma de asiento de operador:

ES001TH001.PDF
ES002TH002.PDF
ES003TH003.PDF
ES004TH004.PDF
ES005TH005.PDF
ES006TH006.PDF
ES007TH007.PDF
ES008TH008.PDF
MONTAJE DE PEDALES Y PLATAFORMA DE OPERADOR.pdf

Sub folder ...\\ENSAMBLES EN TODA LA ESTRUCTURA DEL HÍBRIDO\\PLATAFORMAS DE ASIENTOS:

ES113PA001.PDF
ES114PA002.PDF
ES115PA003.PDF
ES116PA004.PDF
ES117PA005.PDF
ES118PA006.PDF
ES119PA007.PDF
ES120PA008.PDF
ES121PA009.PDF
ES122PA010.PDF
ES123PA011.PDF
ES124PA012.PDF
ES125PA013.PDF
ES126PA014.PDF
ES127PA015.PDF
ES128PA016.PDF

ES073LA021.PDF
ES074LA022.PDF
ES075LA023.PDF
ES076LA024.PDF
ES076LA024BIS.PDF

Sub folder ...\\ENSAMBLES EN TODA LA ESTRUCTURA DEL HÍBRIDO:

SOLDADURA DE CARTABON.pdf
SOLDADURA+DE+TOLVAS+A+PISO+Y+
COSTADOS.pdf
TODO EL HÍBRIDO 23-08-2011
DESPIECE.pdf
TODO EL HÍBRIDO 26-06-2012.pdf

Sub folder ...\\ENSAMBLES EN TODA LA ESTRUCTURA DEL HÍBRIDO\\UBICACION DE TANQUES DE AIRE EN ESTRUCTURA:

DISTRIBUCION DE ESPACIO EN TOLDO.PDF

Sub folder ...\\ENSAMBLES EN TODA LA ESTRUCTURA DEL HÍBRIDO\\UBICACION TANQUE DE COMBUSTIBLE:

POSICION DE TANQUE DE COMBUSTIBLE.PDF
RE023IN199.PDF
tanque de combustible.PDF

Sub folder ...\\FRENTE ESTRUCTURA\\DEFENSA DELANTERA:

DEFENSA DELANTERA.pdf
DESPIECE DEFENSA DELANTERA.pdf
ES107DD001.PDF
ES108DD002.PDF
ES109DD003.PDF
ES110DD004.PDF
ES111DD005.PDF
ES112DD006.PDF

Sub folder ...\\FRENTE ESTRUCTURA:

ES088FR002.PDF
ES090FR001.PDF
ES091FR002.PDF
ES092FR003.PDF
ES093FR004.PDF
ES094FR005.PDF
ES095FR006.PDF
ES096FR007.PDF
ES097FR008.PDF
ES098FR009.PDF
ES099FR010.PDF
ES100FR011.PDF
ES104FR014.PDF
ES105FR015.PDF

ES031PI022.PDF
ES031PI023.PDF
ES031PI024.PDF
ES031PI025.PDF
ES031PI026.PDF

ES111FR021.PDF
 ES112FR022--.PDF
 ES112FR022.PDF
 ES113FR023.PDF
 ES114FR024.PDF
 ES115FR025.PDF
 ES116FR026.PDF
 ES117FR027.PDF
 ES119FR029.PDF
 ES120FR030.PDF
 ES121FR031.PDF
 ES129FR039.PDF
 ES130FR040.PDF
 ES131FR041.PDF
 ES132FR042.PDF
 ES133FR043.PDF
 ES134FR044.PDF
 ES135FR045.PDF
 ES136FR046.PDF
 ES137FR047.PDF
 ES138FR048.PDF
 ES139FR049.PDF
 ESTRUCT CONCH DEL.pdf

Sub folder ...\\LATERALES
 ESTRUCTURA:

ES053LA001.PDF
 ES054LA002--.PDF
 ES054LA002.PDF
 ES055LA003.PDF
 ES056LA004.PDF
 ES057LA005.PDF
 ES058LA006.PDF
 ES059LA007.PDF
 ES060LA008.PDF
 ES061LA009.PDF
 ES062LA010.PDF
 ES063LA011.PDF
 ES064LA012.PDF
 ES065LA013.PDF
 ES066LA014.PDF
 ES067LA015.PDF
 ES068LA016.PDF
 ES069LA017.PDF
 ES070LA018.PDF
 ES071LA019.PDF
 ES072LA020.PDF

Sub folder ...\\PISO
 ESTRUCTURA\\TOLVAS
 POSTERIORES:

COLOCACION DE LAS PIEZAS DE
 SOPORTE DE VENTILADORES.PDF
 ES013PI010.PDF
 ES013PI011.PDF
 ES013PI018.PDF
 ES013PI032.PDF
 ES013PI033.PDF
 ES013PI034.PDF
 ES013PI035.PDF
 ES013PI037.PDF
 ES013PI038.PDF
 ES013PI040.PDF
 ES013PI041.PDF

ES077LA025.PDF
 ES078LA026.PDF
 ES080LA027.PDF
 ES080LA028.PDF
 ES081LA029.PDF
 ES083LA030.PDF
 ES083LA031.PDF
 ES084LA032.PDF
 ES085LA033.PDF
 ES086LA034.PDF
 ES087LA035.PDF
 ES088LA036.PDF
 ES089LA037.pdf
 ES097LA035.PDF
 ES097LA037.PDF
 ES098LA036.PDF
 ES099LA038.PDF
 ES100LA039.PDF
 ES101LA040.PDF
 LATERAL DERECHO DESPIECE.pdf
 LATERAL DERECHO.pdf
 LATERAL IZQUIERDO despiece.pdf
 LATERAL IZQUIERDO.pdf
 SOLDADURA LATERAL
 IZQUIERDO.pdf
 SOLDADURAS LATERAL
 DERECHO.pdf

Sub folder ...\\PISO ESTRUCTURA:

ES031PI001.PDF
 ES031PI0010.PDF
 ES031PI002.PDF
 ES031PI003.PDF
 ES031PI004.PDF
 ES031PI005.PDF
 ES031PI006.PDF
 ES031PI007.PDF
 ES031PI008.PDF
 ES031PI009.PDF
 ES031PI010.PDF
 ES031PI011.PDF
 ES031PI012.PDF
 ES031PI013.PDF
 ES031PI014.PDF
 ES031PI015.PDF
 ES031PI016.PDF
 ES031PI020.PDF
 ES031PI021.PDF

Sub folder ...\\POSTERIOR
 ESTRUCTURA\\CERRADURA Y
 AMORTIGUADOR:

ES002BP002.PDF
 ES003BP003.PDF
 ES004BP004.PDF
 RE001EE001.PDF

Sub folder ...\\POSTERIOR
 ESTRUCTURA:

CONCHA TRASERA.pdf

Sub folder ...\\POSTERIOR
 ESTRUCTURA\\DEFENSA
 POSTERIOR:

ES031PI027.PDF
 ES031PI028.PDF
 ES031PI029.PDF
 ES031PI030.PDF
 ES031PI033--.PDF
 ES031PI033.PDF
 ES031PI034.PDF
 ES031PI035.PDF
 ES031PI036.PDF
 ES031PI037.PDF
 ES031PI038.PDF
 ES031PI039.PDF
 ES031PI040.PDF
 ES031PI041.PDF
 ES032PI042.pdf
 ES032PI043.pdf
 ES044PI020.PDF
 EXPLOSIVO.pdf
 PISO.pdf

Sub folder ...\\PISO
 ESTRUCTURA\\TOLVA DELANTERA:

ES087PI021.PDF
 ES088PI022.PDF
 ES090PI024.PDF
 ES091PI025.PDF
 ES092PI026.PDF
 ES094PI027.PDF
 ES095PI028.PDF
 ES096PI029.PDF
 ES097PI030.PDF
 ES098PI031.PDF
 ES099PI032.PDF
 ES100PI033.PDF
 ES101PI034.PDF
 ES102PI035.PDF
 ES103PI036.PDF
 ES104PI037.PDF
 ES105PI038.PDF
 ES106PI039.PDF
 TOLVA DELANTERA.pdf
 TOLVA+DELANTERA+SOLDADURA.pdf
 f

Sub folder ...\\RECUBRIMIENTOS
 EXTERIORES\\CONCHA DELANTERA:

CONCHA DELANTERA.PDF
 DFENSA DELANTERA.PDF
 ENSAMBLE DE RECUBRIMIENTOS
 EXTERIORES 2.PDF

Sub folder ...\\RECUBRIMIENTOS
 EXTERIORES\\CONCHA POSTERIOR:

CONCHA POSTERIOR.PDF

Sub folder ...\\RECUBRIMIENTOS
 EXTERIORES\\CONCHA
 POSTERIOR\\ESCOTILLA TRASERA:

ES013PI042.PDF
 ES013PI044.PDF
 ES013PI046.PDF
 ES013PI047.PDF
 ES013PI048.PDF
 ES013PI050.PDF
 ES013PI051.PDF
 ES013PI052.PDF
 ES013PI053.PDF
 ES013PI054.PDF
 ES013PI055.PDF
 ES013PI056.PDF
 ES013PI057.PDF
 ES013PI058.PDF
 ES013PI059.PDF
 ES013PI060.PDF
 ES013PI061.PDF
 ES013PI062.PDF
 ES013PI063.PDF
 ES013PI064.PDF
 ES013PI065.PDF
 ES016PI064.PDF
 TOLVA+TRASERA+DERECHA.PDF

Sub folder ...\\POSTERIOR
 ESTRUCTURA\\BISAGRA ESCOTILLA
 POSTERIOR:

BI002EP002.PDF
 BI003EP003.PDF
 BI004EP004.PDF
 BISAGRAS ESCOTILLA TRASERA.PDF
 ES001BP001.PDF
 ES005BP005.PDF
 ES006BP006.PDF

Sub folder ...\\RECUBRIMIENTOS
 EXTERIORES\\LATERALES\\LATERAL
 DER:

CUBREPOSTE CENTRAL DERECHO
 1.PDF
 CUBREPOSTE CENTRAL DERECHO
 2.PDF
 CUBREPOSTE CENTRAL
 DERECHO.PDF
 CUBREPOSTES DELANTERO
 DERECHO.PDF
 RECUBRIMIENTO LATERAL
 ANTERIOR DERECHO 1.PDF
 RECUBRIMIENTO LATERAL
 ANTERIOR DERECHO 2.PDF
 RECUBRIMIENTO LATERAL
 ANTERIOR SUPERIOR.PDF
 RECUBRIMIENTO LATERAL
 INTERMEDIO DERECHO.PDF

ALMA INFERIOR DE DEFENSA
 TRASERA.PDF
 ES113DT001.PDF
 ES114DT002.PDF
 ES115DT003.PDF
 ES116DT004.PDF
 ES117DT005.PDF
 ES131PS003.PDF
 ESTRUCTURA CONCHA TRASERA
 COLOCACION ALMA SUPERIOR
 DEFENSA.PDF
 REFUERZO Y BRAKET DEFENSA
 TRASERA.PDF

Sub folder ...\\POSTERIOR
 ESTRUCTURA:

ES129PS001.pdf
 ES130PS002.pdf
 ES131PS003.pdf
 ES132PS004.pdf
 ESTRUCTURA CONCHA TRASERA
 COLOCACION ALMA SUPERIOR
 DEFENSA.PDF
 PIEZAS CONCHA TRASERA.pdf

Sub folder ...\\RECUBRIMIENTOS
 EXTERIORES\\CAJAS DE BATERIAS:

DESPIECE.PDF
 RE001EX135.PDF
 RE002EX136.PDF
 RE003EX137.PDF
 RE004EX138.PDF
 RE005EX139.PDF
 RE006EX140.PDF
 RE007EX141.PDF
 RE008EX142.PDF
 RE009EX143.PDF
 RE010EX144.PDF
 RE011EX145.PDF
 RE012EX146.PDF
 RE014EX148.PDF

RE006PA160.PDF
 RE007PA162.PDF
 RE008PA163.PDF
 RE009PA164.PDF
 RE010PA165.PDF
 RE011PA166.PDF
 RE012PA167.PDF
 RE013PA168.PDF
 RE014PA169.DXF
 RE014PA169.PDF
 RE015PA170.DXF
 RE015PA170.PDF
 RE016PA171.DXF
 RE016PA171.PDF
 RE017PA172.DXF
 RE017PA172.PDF
 RE018PA173.PDF
 RE019PA174.PDF
 RE020PA175.PDF
 RE021PA176.PDF
 RE021PA177.PDF

ESCOTILLA TRASERA.PDF
 RE002EE002.PDF
 RE021EX153.PDF

Sub folder ...\\RECUBRIMIENTOS
 EXTERIORES\\CRISTALES
 LATERALES:

VENTANA 1062 X 1262 ATD.PDF
 VENTANA 1062 X 1262 ATI.PDF
 VENTANA 1062 X 1262 DERECHA.PDF
 VENTANA 1062 X 1262 EMERGENCIA
 DERECHA.PDF
 VENTANA 1062 X 1262 EMERGENCIA
 IZQUIERDA.PDF
 VENTANA 1062 X 1262
 IZQUIERDA.PDF
 VENTANA 1062 X 1262 PTD.PDF
 VENTANA 1062 X 1262 PTI.PDF
 VENTANA 1457 X 1262 DERECHA.PDF
 VENTANA 1457 X 1262 EMERGENCIA
 DERECHA .PDF
 VENTANA 1457 X 1262 EMERGENCIA
 IZQUIERDA .PDF
 VENTANA 1457 X 1262
 IZQUIERDA.PDF
 VENTANA CONDUCTOR.PDF
 VIDRIO LETRERO DE RUTA.PDF
 VIDRIO PUERTA 1224x580.PDF
 VIDRIO PUERTA 1224x590.PDF
 VIDRIO PUERTA 680x590.PDF
 VIDRIO PUERTA 686x580.PDF

Sub folder ...\\RECUBRIMIENTOS
 EXTERIORES\\LATERALES\\ESCOTILL
 A LATERAL:

ENSAMBLE DE ESCOTILLA LATERAL
 RUEDA TRASERA.PDF
 RE003EE003.PDF
 RE004EE004.PDF
 RE006EE006.PDF
 RE007EE007.PDF
 RE008EE008.PDF
 RE009EE009.PDF

brazo superior.PDF
 ensamble charola.PDF
 hoja de puerta recta anterior.PDF
 pieza modificada de puerta dina a brazo
 accionador.PDF
 pivote guia puerta de dina
 modificada.PDF
 soporte pivote inferior brazo puerta dina
 modificada.PDF

Sub folder ...\\RECUBRIMIENTOS
 INTERIORES\\RECUBRIMIENTO
 TOLVAS DELANTERAS:

RE001IN177.PDF

RECUBRIMIENTO LATERAL
POSTERIOR DERECHO.PDF

Sub folder ...\RECUBRIMIENTOS
EXTERIORES\LATERALES\LATERAL
IZQ:

CUBREPOSTE DELANTERO IZQ.PDF
CUBREPOSTE TRASERO IZQ.PDF
LATERAL ANTERIOR IZQUIERDO.PDF
LATERAL POSTERIOR
IZQUIERDO.PDF
PIEZA SOBRE PUERTA IZQ.PDF

Sub folder ...\RECUBRIMIENTOS
EXTERIORES\PARABRISAS Y
MEDALLON TRASERO:

CORTE PARABRISAS.PDF
MEDALLON.PDF

Sub folder ...\RECUBRIMIENTOS
EXTERIORES\TOLDO:

TOLDO (20301296 A).PDF

Sub folder ...\RECUBRIMIENTOS
INTERIORES\CONCHA INTERIOR
DELANTERA:

RE020IN195.PDF

Sub folder ...\RECUBRIMIENTOS
INTERIORES\PASAMANERIA:

PASAMANOS.PDF
RE001PA156.PDF
RE002PA157.PDF
RE003PA158.PDF
RE004PA159.PDF
RE005PA161.PDF

Sub folder ...\SISTEMA MOTRIZ
TRASERO\CONJUNTO MOTRIZ
TRASERO:

COLOCACION DE LA PIEZA
ES026SU026 EN REDUCTOR.PDF
DESPIECE BRASO SECC REC
IZQ.PDF
DESPIECE DE BRAZO DE
SUSPENSION CON TOLVA Y
PIVOTE.PDF
ES001PI042.PDF
ES001SP001.PDF
ES001SU001.PDF
ES002SP002.PDF
ES002SU002.PDF
ES003SP003.PDF
ES004SU004.PDF
ES007SU007.PDF
ES009SU009.PDF
ES010SU010.PDF
ES011SU011.PDF
ES012SU012.PDF
ES013SU013.PDF
ES014SU014.PDF

relacion de piezas pasamaneria.xlsx

Sub folder ...\RECUBRIMIENTOS
INTERIORES\PUERTAS:

COLOCACION DE MECANISMO DE
PUERTA EN ESTRUCTURA.PDF
ENSAMBLE DE PUERTA RECTA CON
MECANISMO DINA.PDF
PU001CH001.PDF
PU001DN001.PDF
PU002CH002.PDF
PU002DN002.PDF
PU003CH003.PDF
PU003DN003.PDF
PU004CH004.PDF
PU005CH005.PDF
PU006CH006.PDF
PU007CH007.PDF
PU008CH008.PDF
PU009CH009.PDF
PU010CH010.PDF
PU011CH011.PDF
PU012CH012.PDF
PU013CH013.PDF
PU014CH014.PDF
PU015CH015.PDF
PU016CH016.PDF
PU017CH017.PDF
PU018CH018.PDF

Sub folder ...\RECUBRIMIENTOS
INTERIORES\RECUBRIMIENTO
TOLVAS POSTERIORES Y
CHIMENEAS:

RE000IN176.PDF
RE002IN178.PDF
RE003IN179.PDF
RE004IN180.PDF
RE005IN181.PDF
RE006IN182.PDF
RE007IN183.PDF
RE008IN184.PDF
RE009IN185.PDF
RE011IN186.PDF
RE012IN187.PDF
RE013IN188.PDF
RE014IN189.PDF
RE015IN190.PDF
RE016IN191.PDF
RE018IN193.PDF
RE019IN194.PDF
RECUBRIMIENTO TOLVA
TRASERA.PDF

Sub folder ...\RECUBRIMIENTOS
INTERIORES\TABLERO:

TABLERO.PDF

ES015SU015.PDF
ES016SU016.PDF
ES017SU017.PDF
ES018SU018.PDF
ES019SU019.PDF
ES020SU020.PDF
ES021SU003.PDF
ES021SU021.PDF
ES022SU003.PDF
ES023SU023.PDF
ES024SU024.PDF
ES025SU025.PDF
ES026SU026.PDF
MOTOR ELECTRICO IZQ.PDF
brazo+de+suspension+IZQCON+EJE+D
E+SECCION+RECTANGULAR.PDF
motor derecho.PDF

Sub folder ...TOLDO ESTRUCTURA:

DESPIECE TOLDO.PDF
ENSAMBLE TOLDO.PDF
ES044TE001.PDF
ES044TE002.PDF
ES044TE003.PDF
ES044TE004-_.PDF
ES044TE004.PDF
ES044TE005.PDF
ES044TE006.PDF
ES044TE007.PDF
ES044TE008.PDF
ES044TE009.PDF
ES044TE010.PDF
SOLDADURA TIPO TOLDO.PDF

Currículos

José Juan Martínez Nates

Nacido el 3 de agosto de 1966, en México D. F., Diseñador Industrial, egresado de la UAM Unidad Azcapotzalco, generación 1986-1991, con 23 años de experiencia profesional en diseño industrial y gráfico, en proyectos de diseño, gestión y asesoría en el sector privado trabajando para: DINA Camiones, S. A. de C. V., Mexicana de Autobuses (MASA hoy Volvo de México), LG Electronic, VEC, Spartan, Oshkosh Chasis, ABB, ARTVEC, General Electric, WEG, Mercedes Benz, Ford, Chrysler, General Motors, Detroit Diesel Allison, Mitsubishi, 3M, Volkswagen y más de 30 empresas carroceras nacionales dentro las que se destacan CAPRE, EUROCAR, AYCO, CASA, CATOSA, etc.

En el sector público: Realizando normas para la Secretaría de Comunicaciones y Transporte Federal (SCT), proyectos de vehículos para la Secretaría de Turismo Federal (SECTUR) y; Vehículos, mobiliario urbano, logotipos (por ejemplo logo de la SETRAVI), lineamientos y asesorías para el Gobierno del Distrito Federal en la Secretaría de Transportes y Vialidad (SETRAVI), Secretaría de Medio Ambiente (SMA), Servicio de Transportes Eléctricos (STE) y Secretaría de Gobierno (SG); asesorías al Gobierno del Estado de México en materia de transporte y; defendiendo y diseñando políticas, estableciendo lineamientos y asesorando a la Comisión Metropolitana de Transportes y Vialidad (COMETRAVI) y la Asamblea Legislativa del Distrito Federal (ALDF).

Con organismos internacionales: realizando estudios para el Banco Mundial (BM) sobre transporte urbano, 2000.

Responsable de Tecnología del transporte y asesor en la materia para el Gobierno del Distrito Federal, desarrollador de los lineamientos para transporte colectivo, publicados en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal en el periodo de 1992 a 1997.

Responsable del transporte del Gobierno del Distrito Federal ante la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI) integrada por el Gobierno del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México y la Secretaría de Transporte del Gobierno Federal, de 1998 a 2007.

Responsable del Gobierno del Distrito Federal ante la Comisión Metropolitana de Asentamientos Humanos (COMETAH), 2001.

Encargado de coordinar los proyectos de vehículos eléctricos del Grupo de Desarrolladores de Vehículos Eléctricos de la UAM-A, desarrollando por lo menos 5 proyectos, de 1995 a la fecha.

Profesor Investigador de la carrera de Diseño Industrial de la UAM-A y, gestor y coordinador de los proyectos del convenio de colaboración DINA – UAM-A, de 2009 a 2013

Todo lo anterior le ha permitido tener una visión amplia sobre el transporte tanto desde el punto de vista del sector privado con transportistas y fabricantes de vehículos realizando proyectos de vehículos de transporte y asesorándolos para mejorar sus productos y servicios, como gubernamental realizando estudios, lineamientos, normas, gestionando, cabildeando y diseñando políticas públicas para el sector transporte a nivel local y metropolitano, así como en el académico impartiendo clases de Diseño Industrial e investigación en la materia que han tenido como resultado varios proyectos y estudios interdisciplinarios que han sido de utilidad tanto para la academia como para la sociedad y teniendo interacción con especialistas e investigadores, en los ámbitos de nuevas tecnologías, urbano y metropolitano de una de las Zonas Metropolitanas más grandes y problemáticas del mundo, como lo es la Ciudad de México.

Sergio Héctor Barreiro Torres

Licenciado en Diseño Industrial con especialización en materiales plásticos. Estudios de Maestría en Diseño Industrial en el área de materiales y procesos de producción realizados en la UNAM y estudios de Maestría en el área de Nuevas Tecnologías en la UAM Azcapotzalco.

Diseñador Industrial con más de 35 años de estar involucrado en el desarrollo de esta disciplina en México; desarrollando, operando, dirigiendo y supervisando áreas de Diseño e Ingeniería en empresas nacionales y transnacionales como Delphi, Condumex, Condasa, Aeropuertos y Servicios Auxiliares y Tensyland Mexicana, abarcando actividades y funciones administrativas, de diseño e ingeniería, que han ido desde la planeación estratégica, la elaboración y ejecución del planes de negocio, la identificación, el desarrollo y la gestión de proyectos para la fabricación de diversos productos, así como el desarrollo, la implantación y optimización de sistemas de manufactura y de calidad, desarrollando todas estas actividades bajo la dinámica de la Innovación y el Desarrollo Tecnológico, logrando la rentabilidad de este tipo de operaciones y alcanzando simultáneamente a obtener las correspondientes certificaciones de calidad ISO 9001, QS 9000 y la ISO TS 16949.

Ha incursionando en el terreno empresarial como consultor y/o socio de despachos de diseño como PRAGMA / OMICRON para el desarrollo de diversos proyectos y también ha ejercido como diseñador independiente desarrollado algunos productos propios de bienes intermedios en base a materiales plásticos, de madera y metálicos.

También en el terreno académico posee una extensa experiencia de más de 35 años realizando labores de docencia, investigación y desarrollo curricular inicialmente a nivel medio superior y posteriormente en instituciones de nivel superior como la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, la Universidad Anáhuac Norte – Huixquilucan, Estado de México y en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey – Campus Querétaro y como director en la elaboración de diversas tesis o proyectos de titulación en la Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ).

En el campo profesional ha logrado desarrollar 2 patentes (253478 y 253479) y también ha obtenido diversos premios y reconocimientos como en el 3er. Lugar en el 1er. Gran Premio Nacional de Diseño Nacobre, Finalista en el Concurso de Diseño de Mobiliario Urbano para el Centro Histórico de Querétaro y Mención Honorífica en el de Diseño de Mobiliario de Interés Social de FONACOT. Colaboró en la obtención del Premio Nacional de Tecnología concedido a Condumex en el año de 2002, con los proyectos desarrollados en el Centro de Herramientales de la División Arneses del Grupo Condumex. Ha participado como jurado en diversos concursos de Diseño como el del Grupo Primex (Plásticos) y el 4º. Concurso Aprender Jugando de CONAFE.

Fue becario por CONACYT en el X Programa de intercambio México – República Federal de Alemania, en el área de Materiales Plásticos y obtuvo el Diploma al Mérito Académico en su examen profesional.

Ha participado en funciones y actividades gremiales como Vice - Presidente VI Mesa Directiva Colegio de Diseñadores Industriales y Gráficos de México (CODIGRAM). Fue uno de los miembros fundadores del Colegio de Diseñadores Industriales y Gráficos de Querétaro (CODIGRAQ), ocupando el puesto de Secretario de la 1er. Mesa Directiva y participando en el Comité Organizador del 2o. Simposium Nacional de Diseño- Diseño Para el Cambio realizado en la Ciudad de Querétaro en el año de 1996.